

# Jahresbericht 2012/2013

## Energie-Forschungszentrum Niedersachsen (EFZN)

**efzn**

Energie-Forschungszentrum  
Niedersachsen



# Ansprechpartner Forschungsbereiche

## Energierohstoffe und -speicher



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr. Leonhard Ganzer

**Kontakt:**  
Agricolastraße 10  
38678 Clausthal-Zellerfeld  
Fon: +49 5323 72 3910  
Fax: +49 5323 72 3146  
E-Mail: leonhard.ganzer@tu-clausthal.de



**Projektentwicklung:**  
Dipl.-Ing. Ralf Peix

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8051  
Fax: +49 5321 3816 8196  
E-Mail: ralf.peix@efzn.de

## Energiewandlung und Veredelung



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat

**Kontakt:**  
Schleinitzstraße 23  
38106 Braunschweig  
Fon: +49 531 391 7735  
Fax: +49 531 391 8106  
E-Mail: m.kurrat@tu-bs.de



**Projektentwicklung:**  
Dipl.-Ing. Katrin Beyer

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8098  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: katrin.beyer@efzn.de

## Energiesysteme und Prozessenergietechnik



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8001  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: vorsitzender@efzn.de



**Projektentwicklung  
(bis Aug. 2013):**  
Dr.-Ing. Jens zum Hingst

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8054  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: jens.zum.hingst@efzn.de



**Entwicklung internationale Verbundprojekte:**  
Dr. Knut Kappenberg

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8093  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: knut.kappenberg@efzn.de

## Energienetze



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr.-Ing. Lutz Hofmann

**Kontakt:**  
Appelstr. 9 A  
30167 Hannover  
Fon: +49 511 762 2801  
Fax: +49 511 762 2369  
E-Mail: hofmann@iee.uni-hannover.de



**Projektentwicklung:**  
Dipl.-Ing. Andreas Becker

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8058  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: andreas.becker@efzn.de

## Wiederverwertung und Entsorgung



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann

**Kontakt:**  
Walther-Nernst-Straße 9  
38678 Clausthal-Zellerfeld  
Fon: +49 5323 72 2735  
Fax: +49 5323 72 2353  
E-Mail: goldmann@aufbereitung.tu-clausthal.de



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr. Klaus-Jürgen Röhlig

**Kontakt:**  
Adolph-Roemer-Straße 2 A  
38678 Clausthal-Zellerfeld  
Fon: +49 5323 72 4920  
Fax: +49 5323 72 2810  
E-Mail: klaus.roehlig@tu-clausthal.de



**Projektentwicklung  
(bis Aug. 2012):**  
Bergrat Olaf T. Franz

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8096  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: olaf.franz@efzn.de

## Energieinformatik



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr. Dr. h.c.  
Hans-Jürgen Appelrath

**Kontakt:**  
Escherweg 2  
26121 Oldenburg  
Fon: +49 441 9722 201  
E-Mail: appelrath@offis.de



**Projektentwicklung:**  
Dipl.-Inform. Serge Runge

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 810 oder  
+49 441 9722 701  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: serge.runge@efzn.de

## Energiewirtschaft



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr. Jutta Geldermann

**Kontakt:**  
Platz der Göttinger Sieben 3  
37073 Göttingen  
Fon: +49 551 39 7257  
Fax: +49 551 39 9343  
E-Mail: geldermann@wiwi.uni-goettingen.de



**Projektentwicklung:**  
Dr. Lars Peter Lauven

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8077  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: lars.lauven@efzn.de

## Energierecht



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr. jur. Hartmut Weyer

**Kontakt:**  
Arnold-Sommerfeld-Str. 6  
38678 Clausthal-Zellerfeld  
Fon: +49 5323 72 3026  
Fax: +49 5323 72 2507  
E-Mail: hartmut.weyer@tu-clausthal.de



**Projektentwicklung:**  
Ass. jur. Franziska Lietz, LL.M.

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 A, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 3816 8097  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: franziska.lietz@efzn.de

## Grundlagen neuer Energietechnologien



**Bereichskoordination:**  
Prof. Dr. rer. nat.  
Wolfgang Schade

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 B, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 68 55 150  
E-Mail: wolfgang.schade@tu-clausthal.de



**Projektentwicklung:**  
Dipl.-Phys. Konrad Bethmann

**Kontakt:**  
Am Stollen 19 B, 38640 Goslar  
Fon: +49 5321 6855 170  
Fax: +49 5321 3816 8009  
E-Mail: k.bethmann@pe.tu-clausthal.de

# Jahresbericht 2012/2013

## Energie-Forschungszentrum Niedersachsen (EFZN)

Das EFZN ist eine wissenschaftliche  
Einrichtung der



in Kooperation mit den Universitäten







# Inhaltsverzeichnis

Grußwort des Niedersächsischen Ministerpräsidenten	4
Grußwort des Vorsitzenden des Kuratoriums	6
Vorwort des Vorstandes	8
Die Jahre 2012/2013 im Überblick	10
Geschäftsbericht, Infrastruktur, Projektentwicklung und Forschungsbereiche	30
Forschungsschwerpunkte und Vorstellung strategisch wichtiger Projekte 2012/2013	44
Anhang	94

# Grußwort des Niedersächsischen Ministerpräsidenten

Sehr geehrte Damen und Herren,

Die Energiewende hat für Niedersachsen eine besonders hohe Bedeutung. Wenn das Ziel erreicht werden soll, die Energieversorgung zukünftig vollständig auf erneuerbare Energiequellen umzustellen, müssen wir technische wie gesellschaftliche Herausforderungen in gleicher Weise meistern. Die Voraussetzungen dafür sind in Niedersachsen gut: Wir verfügen über die wichtigsten Energieträger und haben in der Forschung Kompetenzen in allen Feldern der regenerativen Energie aufgebaut.

Von der Energiewende versprechen wir uns einen Beitrag zur nachhaltigen Sicherung guter Lebensbedingungen auch für künftige Generationen. Zugleich setzen wir auf Impulse für die niedersächsische Wirtschaft, die diesen Weg mit innovativen Produkten begleitet. Schon heute spielen niedersächsische Unternehmen auf dem Markt für Technologien zur Gewinnung und Vermarktung von Energie aus erneuerbaren Quellen eine wichtige Rolle.

Eine entscheidende Grundlage dafür ist die Forschung. Insbesondere in den Feldern der Wind-

energie und der flexiblen Stromnetze haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Niedersachsen anerkannte Beiträge geleistet. Gleiches gilt auch für die Energiegewinnung aus Biomasse und die Solartechnologie. Aber die Anstrengungen dürfen nicht nachlassen. Die Kompetenzen Niedersachsens in der Energieforschung müssen weiter gebündelt und auch außerhalb Niedersachsens noch sichtbarer gemacht werden.

Hier leistet das Energie-Forschungszentrum Niedersachsen einen wichtigen Beitrag: Kompetenz aus den verschiedenen Hochschulen und Forschungseinrichtungen wird zusammengeführt, Kontakte mit Unternehmen werden aufgebaut und gepflegt. Dabei haben sich die Niedersächsischen Energietage für den Austausch zu allen Fragen der Energiewende unter Wissenschaftlern, Praktikern und interessierten Bürgern einen festen Platz in den Terminkalendern erobert.

Die führende Rolle Niedersachsens bei der Umsetzung der Energiewende in Deutschland wollen wir ausbauen. Dazu brauchen wir auch in Zukunft eine starke Energieforschung im Land.

Hannover, im Juni 2013

Stephan Weil  
Niedersächsischer Ministerpräsident

Stephan Weil

Niedersächsischer Ministerpräsident



„Von der Energiewende versprechen  
wir uns einen Beitrag zur nachhaltigen  
Sicherung guter Lebensbedingungen  
auch für künftige Generationen.“

# Grußwort des Vorsitzenden des Kuratoriums

## Sehr geehrte Damen und Herren,

die Aufbaujahre des EFZN liegen hinter uns, jetzt geht es darum, das Erreichte auszubauen und zu verstärken.

Die verabschiedete Schwerpunktstrategie führt inzwischen auch am Standort Goslar zu erkennbaren profilbildenden Verbundprojekten zu den Themen Energiespeicher und -systeme, Tiefengeothermie und Materialwissenschaftliche Energieforschung.

Als weitere Schwerpunkte werden die Themen Smart Grids, Bioenergie, Windenergie und gesellschaftswissenschaftliche Energieforschung vorrangig an den Standorten der Mitgliedsuniversitäten vorangetrieben.

Aktuell wird die wissenschaftliche Infrastruktur des EFZN zur Erforschung von Hochleistungs-Batteriesystemen und zur Entwicklung neuartiger Bohrtechnologien zur Energiegewinnung (Drilling Simulator Celle) deutlich erweitert.

Bemerkenswert ist die sich verstärkende internationale Ausrichtung des EFZN, insbesondere mit

dem Ziel, funktionsfähige Strukturen zur Einwerbung von EU-Mitteln zu erhalten, wie die Aktivitäten im ENSEA-Verbund zeigen.

Nach einem intensiven Meinungsbildungsprozess wird jetzt die organisatorische Weiterentwicklung des EFZN, insbesondere die Kooperation zwischen den beteiligten niedersächsischen Hochschulen auf stabile vertragliche Füße gestellt.

Die Gründungsphase des EFZN hat sich durch viele Entscheidungen und Aktivitäten, die Mut, Weitsicht, Engagement und Entscheidungsfreude erforderten, ausgezeichnet. Die vor uns liegenden Herausforderungen werden nicht kleiner. Lassen Sie uns diese mit demselben Elan gemeinsam im Team angehen und bewältigen. Es wird sich für uns alle auszahlen!

Goslar, im Januar 2014

Hubert Ovenhausen,  
Vorsitzender des Kuratoriums



Sitzung des Kuratoriums im Oktober 2013 in Goslar



Hubert Ovenhausen

Vorsitzender des Kuratoriums



„Unser gemeinsames Auftreten sichert uns zunehmend überregionale Sichtbarkeit, die Zusammenarbeit unserer dezentralen Forschungsschwerpunkte ermöglicht uns den Zugang zu anspruchsvollen interdisziplinären Vorhaben. Um die Zukunft des EFZN mache ich mir keine Sorgen.“



## Vorwort des Vorstandes

Die Aufbauphase konnte im Jahr 2011 mit den letzten Investitionen für Labore und Rechner-technik im EFZN-Hauptsitz auf dem EnergieCampus in Goslar abgeschlossen werden. In den anschließenden Jahren 2012/2013, die mit vorliegendem Bericht dokumentiert werden, ging es darum, mit den KollegInnen und MitarbeiterInnen das Tagesgeschäft der Energieforschung erfolgreich zu gestalten und die gewählte Auf- und Ablauforganisation des EFZN mit Leben zu erfüllen. Es zeigte sich, dass hierbei die Geschäftsstelle und die ProjektentwicklerInnen hervorragende Arbeit geleistet haben. Die Geschäftsstelle hat ihre Dienstleistungsaufgabe in Kooperation mit der Verwaltung der TU Clausthal mit Elan wahrgenommen und ProfessorInnen sowie wissenschaftliche MitarbeiterInnen in die Lage versetzt, nicht nur ihren laufenden Forschungsbetrieb zu unterhalten, sondern auch neue Drittmittel in beträchtlichem Umfang (ca. 20 Mio. €) einzuwerben.

Zudem zeigte sich – und dies war und ist bis heute nicht jedem bekannt –, dass die inzwischen mit der transdisziplinären wissenschaftlichen Arbeitsweise vertrauten ProjektentwicklerInnen der insgesamt neun Forschungsbereiche des EFZN eine Schlüsselrolle spielten und weiter spielen werden. Unter der wissenschaftlichen Leitung der jeweiligen professoralen ForschungsbereichskoordinatorenInnen stellt die Gruppe der ProjektentwicklerInnen das Herzstück bzw. den „Think Tank“ des EFZN dar, der rechtzeitig neue Forschungsideen auftut, um öffentliche und privatwirtschaftliche Drittmittelquellen akquirieren zu können. Der EFZN-Vorstand und das überwiegend ehrenamtlich tätige Kuratorium begleiten diesen Prozess mit einschlägigem Fachwissen und externem Know-how. Dafür sei allen Beteiligten an dieser Stelle herzlich gedankt!

Der Erfolg unserer Arbeit der letzten zwei Jahre gibt uns Recht, was nicht heißt, dass wir nicht noch besser werden können.

Ein wichtiger Baustein in nächster Zeit ist die Weiterentwicklung der Organisation mit der geplanten juristischen Vernetzung der Mitgliedsuniversitäten durch Abschluss entsprechender Rahmenverträge mit bilateralen Vereinbarungen zur universitären Energieforschung in Niedersachsen. Hierzu wurden in den letzten Jahren die Weichen gestellt und wir sind zuversichtlich, dass entsprechende Vertragsabschlüsse erreicht werden können. Dadurch soll zum einen die gegenseitige Ressourcennutzung und Kapazitätsbündelung ermöglicht und die tägliche Arbeit erleichtert werden. Zum anderen bilden derartige Verträge unter anderem eine gute Basis zur Akquise von EU-Mitteln in den kommenden Jahren. Die Grundlage hierfür wurde ebenfalls in den letzten beiden Jahren mit der erfolgreichen Einwerbung von Fördermitteln zur Errichtung einer „European North Sea Energy Alliance“ (ENSEA, vgl. S. 56 ff.) als „Projektmaschine“ gelegt, mit der im Rahmen des Programmes „Horizon 2020“ gemeinsam mit niederländischen, norwegischen und schottischen Partnern EU-Verbundprojekte zu den Themen nachhaltige Energiebereitstellung und -nutzung beantragt werden sollen.


Ein weiteres Kernarbeitsfeld der vergangenen und laufenden EFZN-Aktivitäten betrifft die Schwerpunktbildung im Rahmen der Niedersächsischen Energieforschung (vgl. S. 47). Es haben sich in den letzten zwei Jahren, auch mit gutachterlicher Unterstützung durch die Wissenschaftliche Kommission des Landes Niedersachsen, drei Schwerpunkte für die Forschungsstandorte in Goslar und Celle herausgebildet, die durch profilbildende Forschungsprojekte unterlegt wurden. Zum ersten Schwerpunkt gehört das Thema Energiespeicher und -systeme, das durch die gleichnamige Landesinitiative mit dem EFZN als Wissenschaftsatelliten wirtschaftsnah flankiert wird. Themen dieses Forschungsschwerpunktes sind über- und untertägige Speicher für Kurz- und Langzeitanwendungen sowie deren Einbindung in elektrische und nichtelektrische Energiesysteme.

Der zweite Themenschwerpunkt betrifft die materialwissenschaftliche Energieforschung. Hier wird in enger Kooperation mit der benachbarten Fraunhofer-Projektgruppe auf dem Goslarer Energie-Campus ein Hochleistungs-Batterie- und Sensorik-testzentrum (Leistungstest bis 1,2 MW, Invest ca. 4 Mio. €) mit Brandschutzeinrichtungen errichtet und u.a. temperaturgesteuerte Verfahren zum batterieschonenden Schnellladen von Großbatterien (<300kwh) mit Ladezeiten unter 30 Minuten konzipiert und erprobt. Im dritten Schwerpunkt „Tiefe Geothermie“ geht es zunächst um die Neugestaltung der bekannten Tiefbohrtechnik, die heutzutage für den „Fluidbergbau“ unerlässlich ist. Neben der Erstellung von horizontalen tiefen Bohrungen für die Erdöl- und Erdgasförderung ist die kosteneffiziente Tiefbohrtechnik zur Erkundung und den Bau von geothermalen Speicherkraftwerken und untertägigen Energiespeichern für Gas und Wärme unerlässlich. Zur Weiterentwicklung der heutigen Technik baut das EFZN am Forschungsstandort in Celle einen „Hardware in the Loop-Drilling-Simulator“ zur übertägigen Erprobung neuer Bohrverfahren und -technologien (Invest 10 Mio. €, vgl. S. 52 ff.). Die Inbetriebnahme ist für Mitte 2014 geplant.

Mit diesen Investitionen will sich das EFZN in den genannten Schwerpunkten etablieren und Forschungsfelder abdecken, die in dieser Form in Niedersachsen bzw. in Deutschland bisher nicht existieren, ohne das Konzept „Forschen entlang der Energiewertschöpfungskette“ aufzugeben.

An dieser Stelle bedankt sich der Unterzeichnende im Namen des Vorstandes bei der Niedersächsischen Landesregierung, der Stadt Goslar und der TU Clausthal für die Bereitstellung der Ressourcen und bei den Drittmittelgebern für die Projektförderung. Möge die transdisziplinäre universitäre Energieforschung die Lücken schließen, die die disziplinäre Forschung strukturell nicht schließen kann.

Goslar, im Februar 2014



Prof. Dr.-Ing. Hans- Peter Beck



Hans-Peter Beck



Michael Kurrat



Hans-J. Appelrath



Leonhard Ganzer



Jutta Geldermann



Axel Mertens



Wolfgang Schade







## Die Jahre 2012/2013 im Überblick

1

## Das Jahr 2013 im Überblick (Auswahl)



### November 2013: Tagung zu Unkonventionellen Pumpspeichern in Goslar

Unkonventionelle Pumpspeicher waren das Thema einer Fachtagung des EFZN am 21. und 22. November 2013. Über 140 Teilnehmer tauschten sich über die vielfältigen Konzepte aus – ein Themenkomplex, der insbesondere vor dem Hintergrund der Energiewende zunehmend an Brisanz gewinnt. Initiiert und durchgeführt wurde die Tagung durch Professor Wolfgang Busch, Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der TU Clausthal, und Dipl.-Ing. Friederike Kaiser, Projektkoordinatorin im EFZN.

Pumpspeicherkraftwerke gelten als ein entscheidendes Element für das Gelingen der Energiewende. Sie sollen dazu dienen, die zeitliche Lücke zwischen den Stromeinspeisungszeiten regenerativer Energieträger und den Spitzen-

verbrauchszeiten zu schließen. Dennoch ist die praktische Realisierung auf Grund ihres großen Platz- und Landschaftsbedarfs schwierig zu gestalten. Genau an dieser Stelle versuchen vielseitige unkonventionelle Anlagenkonzepte anzuknüpfen und konventionelle Pumpspeicher zu ergänzen.

Die Teilnahme des Oberbürgermeisters der Stadt Goslar, Herrn Dr. Junk, sowie die des Landrates des Landkreises Goslar, Herrn Brych, unterstrichen zudem die Bedeutung des Themas auch für die Region.

*Foto oben: Die Tagung bot einem breiten Fachpublikum erstmals die Gelegenheit, sich über unkonventionelle Pumpspeicherkonzepte auszutauschen.*



## November 2013: Energie im HORIZON 2020

Am EFZN wurde am 19. November 2013 das neue europäische Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „HORIZON 2020“ vorgestellt. Besonders das davon umfasste 5,9 Mrd. schwere Arbeitsprogramm zum Thema Energie wird ab 2014 eine wichtige Rolle für die niedersächsische Energieforschung spielen.

Durch den transdisziplinären Forschungs- und Strukturansatz des EFZN werden breite Teile des Programms für die Einrichtung interessant sein. HORIZON 2020 wird ab 2014 alle forschungs- und innovationsrelevanten Förderprogramme der Europäischen Kommission zusammenführen und damit an das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm (FRP) anschließen.

Mit einem vorgeschlagenen Gesamtbudget von 80 Milliarden Euro für sieben Jahre soll das Programm die europäische Forschung und Innovation aus drei Blickwinkeln fördern:

- Exzellente Wissenschaftsbasis für Spitzenforschung mit rein wissenschaftlich motivierter Themenwahl,
- Industrielle Führungsrolle für die Bedürfnisse der Wirtschaft zur Steigerung der europäischen Wettbewerbsfähigkeit und
- Gesellschaftliche Herausforderungen, die von der Politik zum Wohl der Menschheit identifiziert werden.

Die Förderinstrumente und Rahmenbedingungen werden an aktuelle Bedürfnisse angepasst. Als Ziel wird HORIZON 2020 aussichtsreiche Forschungsergebnisse von der wissenschaftlichen Publikation bis zur Umsetzung in marktfähige Produkte oder Dienstleistungen fördern.

*Foto unten: Herr Degenhard Peisker, Leiter der nationalen Kontaktstelle Energie und deutsches Mitglied des Programmausschusses Energy bei der Europäischen Kommission, stellte das Arbeitsprogramm Energie im HORIZON 2020 vor.*



## Oktober 2013: 6. Niedersächsische Energietage

„Alltag Energiewende – Welche Weichen müssen gestellt werden?“ war der Titel der 6. Niedersächsischen Energietage (NET). Auf Einladung des EFZN kamen am 16. und 17. Oktober 2013 über 250 Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung zur gemeinsamen Diskussion in Goslar zusammen.

Die große Themenvielfalt der NET und die Teilnahme von Experten aus vielen verschiedenen Bereichen zeigten, dass die Energiewende keine rein wissenschaftliche oder technische Herausforderung ist.

Den Auftakt bildete die Vorstellung des Positionspapiers „Energiewende 2.0“ der Niedersächsischen Landesregierung durch Dr. Christian Jakobs, Referatsleiter im Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz. Zu den weiteren Referenten des ersten Veranstaltungstages gehörten Dr. Udo Niehage, Siemens AG, Matthias Brückmann, EWE AG, Dr. Volker Müller, UVN e.V., Prof. Dr. Martin Faulstich, CUTEC und Prof. Dr. Michael F. Jischa, Club of Rome.

Vertiefend fanden am 17. Oktober Fachforen zu den Themen Offshore-Windenergie, Gasnetze und Integration erneuerbarer Energien, Energiewende zuhause und vor Ort sowie Geothermie und Untergrundspeicher statt. Im Sinne der Förderung eines gesellschaftsübergreifenden Dialogs kamen auch hier jeweils Redner aus den unterschiedlichen, an der Energiewende beteiligten Bereichen zu Wort.

Unter [www.energietage-niedersachsen.de](http://www.energietage-niedersachsen.de) sind weitere Informationen zur Tagung und Ergebnisse einsehbar.

*Foto unten: Die unterschiedlichen Perspektiven des „Alltags Energiewende“ wurden von Experten auf den 6. NET diskutiert. Mit dabei waren unter anderem (erste Reihe v.l.n.r.) Goslars Oberbürgermeister Dr. Oliver Junk und die EFZN-Mitglieder Professor Oliver Langefeld, Vizepräsident für Studium und Lehre der TU Clausthal, sowie Professor Martin Faulstich, Geschäftsführer des Clausthaler Umwelttechnik-Instituts CUTEC.*





## Oktober 2013: Erster interregionaler ENSEA-Workshop

Am 16. Oktober 2013 kamen die Partner des europäischen Verbundprojektes „European North Sea Energy Alliance“ (ENSEA, siehe Seite 56 ff.) zum ersten interregionalen Workshop in Goslar zusammen. Gastgeber war das EFZN als wissenschaftlicher Partner im niedersächsischen Cluster des ENSEA-Konsortiums.

Die Vertreter der Teilnehmerregionen aus Norwegen, den Niederlanden, Schottland und Niedersachsen nutzen das Treffen, um die bisherigen Ergebnisse vorzustellen und aufeinander abzustimmen. Im Mittelpunkt standen dabei die Stärken-Schwächen-Analysen (die sogenannten SWOTs) der einzelnen Partner, die detaillierte Ergebnisse über die Gegebenheiten der unterschiedlichen Regionen lieferten. Grundlage dafür waren öffentliche Workshops, die zuvor in den einzelnen Regionen stattfanden. Dabei wurden die sehr unterschiedlichen Ausgangslagen sichtbar.

Die vorgenommenen Analysen dienen den Partnern als Basis für einen gemeinsamen Aktionsplan. Dieser bildet die Grundlage für die Inhalte der zukünftigen Zusammenarbeit.

Die European North Sea Energy Alliance soll ein internationales Netzwerk zum Austausch von Fachwissen im Energiebereich entwickeln und Forschungsprogramme durch bessere Koordination aufeinander abstimmen.

Mit dem ENSEA-Verbund treibt das EFZN seine Internationalisierungsstrategie mit dem Ziel voran, funktionsfähige Strukturen zur Einwerbung von EU-Mitteln und zur Bildung einer „European Energy Region of Excellence“ zu entwickeln.

*Foto oben: Die ENSEA-Vertreter der Teilnehmerregionen aus Norwegen, den Niederlanden, Schottland und Niedersachsen nutzen das Treffen im EFZN, um die bisherigen Ergebnisse vorzustellen und aufeinander abzustimmen.*





## September 2013: Summer Schools

Die Herausforderung der zukünftigen Bereitstellung von Energie und Mobilität im Hinblick auf die Energiewende hat das EFZN gemeinsam mit dem Clausthaler Umwelttechnik Institut (CUTEC) zum Thema von zwei Summer Schools gemacht. Unter den Titeln „Energiespeicher und -systeme“ und „Brennstoffzellen und Batterietechnologie“ trafen sich im September 2013 auf dem EnergieCampus junge Ingenieure und Naturwissenschaftler, um diese beiden zentralen Elemente näher zu betrachten und ihre zukünftige Rolle beurteilen zu können.

Neben vielseitigen Referaten führender wissenschaftlicher Köpfe erwarteten die Teilnehmer auch verschiedene praktische Versuche. So konnten sie bei der sechsten Brennstoffzellen-Summer School nicht nur elektrochemische Grundlagen lernen, sondern durch die Konstruktion verschiedener Batteriesysteme das Gelernte direkt umsetzen. Das Äquivalent der Summer School Energiespeicher und -systeme, die in diesem Jahr erstmalig stattfand, war eine Stromhandelssimulation in der die Teilnehmer Kraftwerkskapazitäten vermarkten mussten. Statt die Technik im

Detail zu behandeln, stand hier das Zusammenspiel des gesamten zukünftigen Energiesystems im Vordergrund.

Durch die Verbindung grundlegender Wissensvermittlung mit praxisnahen Übungen entstand somit ein Gesamtangebot aus Theorie, Simulation, Komponentenentwicklung, Systemaufbau und Systemintegration. Dies wurde erst durch eine enge Kooperation der beteiligten Institute und Unternehmen möglich.

Die über 50 Teilnehmer der beiden Summer Schools bestanden zum Großteil aus Studierenden mit naturwissenschaftlich-technischer Ausrichtung. Aber auch andere Fachrichtungen waren vertreten. Unter ihnen waren zukünftige Wirtschaftsingenieure, Betriebswirte mit technischer Vertiefungsrichtung, Ingenieure, Physiker und Chemiker von insgesamt acht verschiedenen Hochschulen.

*Foto oben: Praktische Versuche sorgten für Abwechslung zwischen den Referaten und halfen den Teilnehmern das Erlernte zu vertiefen.*

## September 2013: Ministerin Dr. Gabriele Heinen-Kljajic informiert sich über aktuelle Energieforschung im Harz

Die niedersächsische Ministerin für Wissenschaft und Kultur, Dr. Gabriele Heinen-Kljajic, besuchte am 5. September 2013 das EFZN, um sich über die Arbeit und Möglichkeiten der wissenschaftlichen Einrichtung und der benachbarten Fraunhofer-Gruppe zu informieren.

Besonders beeindruckt zeigte sich die Ministerin vom transdisziplinären Forschungsansatz des EFZN. Beim Ausbau der erneuerbaren Energien in Niedersachsen gelte es Lösungen zu entwickeln, die nicht nur die technischen Probleme im Blick haben. Auch weitere Faktoren, wie die rechtliche Umsetzung und die gesellschaftliche Akzeptanz, seien von zentraler Bedeutung. Die disziplinübergreifende Struktur des EFZN sei dabei genau der richtige Ansatz diese Aufgabe zu lösen.

Die Einrichtung dient immer wieder als Anlaufstelle zur Information von politischen Entscheidungsträgern in energiewissenschaftlichen Fragen. Bereits im Juni 2012 hatten beispielsweise der SPD-Bundesvorsitzende Sigmar Gabriel und der Hannoveraner Oberbürgermeister und Spitzenkandidat für die Landtagswahlen 2013 Stephan Weil das EFZN besucht. Im August 2013 informierte sich die damalige Bundesarbeitsministerin Ursula von der Leyen insbesondere über die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf dem EnergieCampus.

*Foto unten: Niedersachsens Wissenschaftsministerin Dr. Gabriele Heinen-Kljajic während der Führung durch das EFZN im Labor Aktive Verteilnetze*





## September 2013: 33. Tag der Niedersachsen

Rund 150.000 Besucher haben vom 30. August bis 1. September 2013 in Goslar und Umgebung den Tag der Niedersachsen miterlebt. Zu den Ausstellern zählte auch das EFZN, das sich unterhalb der Kaiserpfalz gemeinsam mit dem Forschungsverbund IPSSE sowie der Außenstelle des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts präsentierte.

Anziehungspunkt am Gemeinschaftsstand auf der Energiemeile war vor allem ein Elektroauto: ein roter Tesla Roadster. Die Gäste, die aus der Harz-Region sowie ganz Niedersachsen angereist waren, nutzten die Gelegenheit zum Probesitzen und stellten eifrig Fragen. Die Neugier der Besucher weckte vor allem die beeindruckende Technik des Fahrzeugs.

Am Ende der dreitägigen Großveranstaltung fiel das Fazit der Harzer Forscher positiv aus. So wurde der Bekanntheitsgrad des EnergieCampus, auf dem das EFZN mit dem Forschungsverbund IPSSE sowie der Außenstelle des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts zusammen arbeitet, gesteigert. Dr. Gottfried Römer, Koordinator der Energiemeile, konnte sich am Ende darüber freuen, dass alle Aussteller sehr viele Interessenten an ihren Ständen hatten und viele Kontakte geknüpft wurden. Insgesamt hatte es elf verschiedene Themenmeilen auf dem Tag der Niedersachsen gegeben.

*Foto unten: EFZN-Mitarbeiterin Anja Ufkes zeigte interessierten Besuchern die Technik des Tesla Roadster.*





### August 2013: IdeenEXPO

Das EFZN stellte seine Forschungsarbeiten bei der IdeenExpo vom 24. August bis 1. September 2013 gleich an drei verschiedenen Messeständen vor. Mit dabei waren Schüler des Christian-von-Dohm-Gymnasiums Goslar, die ihren Blick auf die Herausforderungen der Energiewende präsentierten.

Die Kooperation zwischen dem EFZN und den Goslarer Schülern startete mit in einem dreiwöchigen Praktikum im Januar 2013, in dessen Rahmen sie verschiedene Konzepte der Energiespeicherung erleben und selbst untersuchen konnten. Die Ergebnisse konnten Sie nun auf der IdeenEXPO anderen Schülerinnen und Schülern aus Niedersachsen zeigen und erklären.

Das EFZN war darüber hinaus noch mit zwei weiteren Projekten auf der IdeenExpo vertreten. Im Rahmen des Standes der Niedersächsischen Staatskanzlei gaben die Harzer Forscher den Besuchern einen Eindruck aus ihrem aktuellen Schnellladungsprojekt. Ziel ist es dabei, die Ladezeit von

Elektrofahrzeugen auf weniger als 30 Minuten zu verkürzen und somit die Elektromobilität noch alltagstauglicher zu machen. Das Highlight dieses Auftritts war die Verlosung eines Besuchs für eine ganze Schulklasse am EFZN in Goslar. Über 500 Schülerinnen und Schüler konnten die zum Teil kniffligen Fragen zum Thema Elektromobilität beantworten.

Ebenfalls vertreten war das EFZN im Rahmen des Standes der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg. Hier stand das „Schaufenster Elektromobilität“ im Fokus und stieß bei den Besuchern der IdeenExpo auf reges Interesse. Mittelfristig sollen in diesem Projekt die Möglichkeiten der Elektromobilität durch Kooperation von Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Land und Kommunen ermittelt und ausgebaut werden.

*Foto oben: Schüler ließen sich von Frank Mattioli, EFZN-Projektkoordinator, spannende Versuche aus der Welt der Energiegewinnung erklären.*

## Juni 2013: Startschuss für den Bau des Batterie- und Sensoriktestzentrums

Seit Juni 2013 entsteht der Neubau für das Batterie- und Sensoriktestzentrum der TU Clausthal in Kooperation mit dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI) auf dem EnergieCampus in Goslar. In dem Testzentrum (Gesamtvolumen rund zwei Millionen Euro), das wissenschaftlich vom EFZN betreut wird, werden die elektrischen und thermischen Eigenschaften großer Batterien im Grenzbereich untersucht. Geplant sind zum Beispiel elektrische Belastungstests bis zu 1000 Kilowatt, Kurzschlussversuche bis zu 10.000 Ampere sowie Brandtests. Mithilfe der vom HHI entwickelten faseroptischen Sensorik werden dreidimensionale Temperaturfelder von Batteriesystemen gemessen. Dadurch sollen neue Sicherheitskonzepte zum Schutz vor einem Brand von Batterien entwickelt werden.

Neben den Prüfeinrichtungen zur Durchführung der Batterietests werden in dem Technikum weitere Anlagen zur Lebensdauervorhersage von Hoch- und Mittelspannungsleitungen für Off-shore Windkraftanlagen sowie der Laserprozes-

sierung neuartiger optischer Sensoren, Elektrodenmaterialien für neue Batteriekonzepte und Solarzellen aufgebaut. Diese Infrastruktur bietet insbesondere für das HHI hervorragende Möglichkeiten, die bisherigen Geschäftsbereiche auf dem Gebieten der Energietechnik und Sensorik auszubauen, aber auch die einzigartige Chance neue „Spin-off-Unternehmen“ auf dem EnergieCampus anzusiedeln.

Durch den Verbund der beteiligten Partner findet eine gezielte Konzentration von Kompetenzen in den Bereichen der Batteriesystemtechnik und Sensorik statt, die eine besondere Forschungsinfrastruktur für niedersächsische Hochschulen und regionale Unternehmen schaffen wird.

*Foto unten: Partner beim Bau des Testzentrums (von links) – Professor Wolfgang Schade (Fraunhofer HHI), Dr. Jochen Stöbich (Stöbich Brandschutz GmbH), der Goslarer Oberbürgermeister Dr. Oliver Junk, Präsident der TU Clausthal Professor Thomas Hanschke und EFZN-Chef Professor Hans-Peter Beck*







## Mai 2013: Erstes „Roll out“ der E-Wolfs im Projekt Schnellladung von Elektro-Fahrzeugen

„Roll out“ hieß es am 2. Mai 2013 für drei E-Wolf Elektrofahrzeugen (umgebaute Fiat Panda) und fünf Elektrorollern auf dem Goslarer EnergieCampus. Zum Start der Flottenversuche im Projekt „Schnellladung von Elektro-Fahrzeugen“ trafen sich Vertreter von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft. In diesem Verbundprojekt kooperiert das EFZN mit der Außenstelle des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts (HHI). Weitere Projektpartner sind Power Innovation Stromversorgungstechnik GmbH in Achim, die e-Wolf GmbH in Frechen, die Wolfsburg AG, Jochen Schreiber, der Eigentümer der beteiligten Aral-Tankstelle in Schöppenstedt, und die WVI Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung GmbH in Braunschweig. Bei diesem Projekt, das im Januar 2012 startete, handelt sich um einen Vorläufer zum Schaufenster Elektromobilität. Es umfasst ein Gesamtvolumen von etwa 1,2 Millionen Euro. Das Land setzt dafür Fördergelder aus dem Euro-

päischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) in Höhe von 511.000 Euro ein. Öffentliche und private Kooperationspartner beteiligen sich mit rund 380.000 Euro. Den Restbetrag in Höhe von rund 300.000 Euro steuert die TU Clausthal bei.

Wissenschaftler des EFZN und des HHI bewegen die Fahrzeuge in einem Areal mit vier E-Ladesäulen – aufgestellt jeweils in Goslar, Clausthal-Zellerfeld, Wolfsburg und Schöppenstedt –, um entsprechende Schnellladeverfahren zu testen und Forschungsdaten zum Batterieverhalten zu sammeln. Ziel des Projektes ist, die Schnellladung der Fahrzeugbatterie in weniger als 30 Minuten zu realisieren, um E-Fahrzeuge durch einen zügigen Tankvorgang alltagstauglicher zu machen und die Akzeptanz für Elektromobilität insgesamt zu erhöhen.

*Foto oben: Eines der drei Forschungsfahrzeuge (E-Wolf) im Projekt Schnellladung*



## April 2013: 5. Göttinger Energietagung mit der Bundesnetzagentur

Auf der 5. Göttinger Energietagung im April 2013 diskutierten Experten zum Thema „Netzicherheit in Zeiten der Energiewende – rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte von Einspeisemanagement und Redispatch“. Die Tagungsreihe wird seit 2009 jährlich vom EFZN in Kooperation mit der Bundesnetzagentur durchgeführt. Die inhaltliche und organisatorische Leitung lag auf Seiten des EFZN wieder in den Händen von Prof. Dr. Hartmut Weyer, Direktor des Instituts für deutsches und internationales Berg- und Energierecht der TU Clausthal und Dr. Wolfgang Dietze, Leiter der EFZN-Geschäftsstelle.

Hintergrund der Tagung waren die zunehmenden Herausforderungen an einen sicheren Betrieb des Energieversorgungssystems bei steigendem Anteil fluktuierender Erzeugung. Nach einem Rückblick auf die Netzsituation im Winter 2012/2013 zielte die Veranstaltung auf ein vertieftes Verständnis der Möglichkeiten aktiver Einspeisesteuerung durch Netzbetreiber und der Netzsteuerung auf den verschiedenen Netzebenen. In diesem Rahmen wurde

der Fokus auf die Instrumente der Netzbetreiber gerichtet, die durch die Energiewende stärkere praktische Bedeutung gewinnen und mit erheblichen wirtschaftlichen und rechtlichen Folgen für die Energiewirtschaft verbunden sind, insbesondere das Einspeisemanagement und das Redispatching. Insoweit wurden auch der deutsche und der europäische Rechtsrahmen einbezogen. Zudem wurde der Zusammenhang mit dem Ausbau der Übertragungsnetze näher beleuchtet. Vertiefende Fachforen, die einen intensiven Austausch mit Experten der jeweiligen Themenkreise erlaubten, befassten sich mit der Haftung der Netzbetreiber für Versorgungsunterbrechungen, mit den Investitionsrechnungen von Windparks und konventionellen Kraftwerken sowie mit der Nutzbarmachung von Speichern für die Systemsicherheit.

*Foto oben: Auch die 5. Göttinger Energietagung war von fruchtbaren Diskussionen zwischen Wissenschaft und Praxis geprägt – Professor Bernd Engel, EFZN-Mitglied von der TU Braunschweig, bei einem Wortbeitrag.*



## Februar 2013: Projekt BESIC – Container mit überschüssigem Ökostrom transportieren

Ein ehrgeiziges Projekt startete im Februar 2013 auf dem HHLA Container Terminal Altenwerder: Wie können Batterien von Schwerlastfahrzeugen genau dann aufgeladen werden, wenn ein Überfluss von Wind- oder Solarenergie im Netz vorhanden ist? Um immer den sowohl ökologisch wie auch operativ optimalen Ladezeitpunkt für die Batterien von Containertransportern zu ermitteln, haben sich der HHLA Container Terminal Altenwerder, eine Tochter der Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA), die Gottwald Port Technology GmbH (Gottwald) und Vattenfall mit den durch das EFZN koordinierten Universitäten Oldenburg, Göttingen und Clausthal zusammengetan. Das übergreifende Forschungsprojekt BESIC (Batterie-Elektrische Schwerlastfahrzeuge im Intelligenten Containerterminalbetrieb), das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird, hat ein Gesamtvolumen von rund 10,4 Millionen Euro.

Im Rahmen des Projekts soll die für die Batteriefahrzeuge entwickelte Ladestation der Batterien

genau dann aufgeladen werden, wenn besonders viel Strom aus erneuerbaren Energien im Netz zur Verfügung gestellt wird. So könnte Wind- oder Solarenergie aus Spitzenzeiten (Peak-Strom) genutzt werden, wenn sie gerade im Überschuss zur Verfügung steht. BESIC ist Teil des BMWi-Forschungsprogramms „IKT für Elektromobilität II – Smart Car – Smart Grid – Smart Traffic“, in dem derzeit bis Ende 2015 16 Projekte neue Konzepte und Technologien für das Zusammenspiel von intelligenter Fahrzeugtechnik im Elektroauto („Smart Car“) mit Energieversorgungs- („Smart Grid“) und Verkehrssteuerungssystemen („Smart Traffic“) auf der Basis von moderner Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) entwickelt werden (siehe zu BESIC Seite 48 ff.).

*Foto unten: Die Teilnehmer des ersten BESIC-Konsortialtreffens im August 2013 mit Professor Hans-Jürgen Appelrath (Universität Oldenburg), EFZN-Vorstandsmitglied und wissenschaftlicher Leiter des Projekts (erste Reihe links außen)*





### Januar 2013: Tanken im „Smart Grid“

Zum Jahresbeginn 2013 hat der Bund das Projekt „Tanken im Smart Grid“ der TU Clausthal und des EFZN für das Schaufenster Elektromobilität bewilligt. Mit rund 935.000 Euro fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) für drei Jahre die Entwicklung und Erprobung innovativer Tankstellen und Ladealgorithmen für Elektrofahrzeuge. Dabei geht es um echte Elektrotankstellen mit Energiespeicher und nicht nur um Ladepunkte im elektrischen Netz. Koordiniert wird das Projekt vom EFZN unter Beteiligung des Niedersächsischen Forschungszentrums für Fahrzeugtechnik (NFF). Darüber hinaus sind die Clausthaler Institute für Elektrische Energietechnik (IEE), für Informatik (IfI) und für Prozess- und Produktionstechnik (IPP) beteiligt.

Ziel des Projektes ist es Elektrofahrzeuge mit 100 Prozent regenerativ erzeugtem Strom zu tanken, ohne die Netzstabilität zu gefährden. Dazu sollen Flottenversuche mit bis zu 250 Fahrzeugen durchgeführt werden. „Tanken“ heißt, dass sich die Batterien der Testfahrzeuge während des gesamten Ladevorgangs im Fahrzeug befinden

und nicht mehr gewechselt werden müssen. Darüber hinaus soll eine intelligente Software im Fahrzeug über die Fahrzeugsensorik und Ladegerätinformationen Daten über die Netzbeschaffenheit (Spannung, Frequenz etc.) bei Tankvorgängen erheben. Mit einem Zeitstempel sowie einer GPS-Lokalisation in einer zentralen Datenbank gespeichert, lässt sich eine „Power-Quality-Map“ erstellen. Hierfür ist das intelligente Zusammenspiel zwischen der Sensorik im Fahrzeug und der stationären Ladeinfrastruktur notwendig.

Weitere Projektpartner sind die Bornemann AG, die Business Communication Company GmbH, der Bundesverband Solare Mobilität e.V., die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. und die Regenerativ Kraftwerke Harz GmbH.

*Foto oben: Dr. Stefanie Jauns-Seyfried (Volkswagen AG), Professor Thomas Hanschke (Präsident der TU Clausthal, re.) und Professor Andreas Rausch (Vizepräsident für Forschung der TU Clausthal) bei der Übergabe von zwei VW E-Golf auf dem EnergieCampus*

# Das Jahr 2012 im Überblick (Auswahl)

## Dezember 2012: Spatenstich für das Forschungszentrum Drilling Simulator

Im Dezember 2012 begann die TU Clausthal am Standort Celle einen Drilling Simulator (DSC) zur wissenschaftlichen Erprobung neuartiger Bohrtechniken zu errichten. Ziel ist es, technische Verfahren zu entwickeln, um geothermische Energie aus tiefen geologischen Schichten künftig wirtschaftlich gewinnen zu können. Für die in Deutschland in dieser Form einmalige Einrichtung, die wissenschaftlich vom EFZN geleitet wird, investieren Land, EU und TU Clausthal insgesamt rund 10 Millionen Euro. Die Stadt Celle und der Verein GeoEnergy beteiligen sich zusammen mit 100.000 Euro. Zudem stellt die Kommune ein erschlossenes, 9000 Quadratmeter großes Grundstück für den DSC bereit. Das Land stellt aus dem für Niedersachsen vorgesehenen Fördertopf des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) rund 5 Millionen Euro für den Bau des DSC bereit. Aus Landesmitteln kommen noch einmal

rund 4 Millionen Euro dazu, mit denen auch die Ersteinrichtung finanziert wird. Die TU Clausthal trägt 700.000 Euro Eigenanteil.

Mit Hilfe des DSC sollen hochinnovative Ansätze zur Erschließung des geologischen Untergrundes erforscht werden (siehe Seite 52 ff.). Neuartige Ansätze zur Bohrungsherstellung können in Versuchsständen zum Teil maßstäblich ausgeführt und experimentell untersucht werden.

*Foto unten: Die Errichtung des DSC kann endlich beginnen. Darüber freuen sich (v.l.) Rüdiger Eichel, Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Professor Dr. Thomas Hanschke, Präsident der TU Clausthal, Dirk-Ulrich Mende, Oberbürgermeister der Residenzstadt Celle und Michael Brassel, Leiter des Staatlichen Baumanagements Südniedersachsen.*







### **Oktober 2012: 5. Niedersächsische Energietage – „Was machen wir jetzt?“**

Geeinte Expertenmeinung: Das Problem ist bekannt, an der Lösung muss weiterhin geforscht werden. Etwa 200 Vertreter aus Wissenschaft, Gesellschaft, Politik und Wirtschaft nahmen im Oktober 2012 an den 5. Niedersächsischen Energietagen (NET) teil, die vom EFZN ausgerichtet wurden. „Gemeinschaftsprojekt Energiewende – Utopie oder schon Realität?“, diese Frage stand im Mittelpunkt der zweitägigen Tagung. Weder noch. Die Energiewende sei dabei, Realität zu werden, lautete die Antwort in der Eröffnungsansprache von Dr. Stefan Birkner, damaliger Niedersächsischer Minister für Umwelt, Energie und Klimaschutz.

Dieser und die folgenden Vorträge aus den Blickwinkeln der betroffenen Bürger (Dr. Peter Ahmels, Deutsche Umwelthilfe), eines global tätigen Wirtschaftsunternehmens (Dr. Frank Büchner, Siemens AG) und der Hirnforschung (Prof. Gerhard Roth, Institut für Hirnforschung der Universität Bremen) sollten Impulse für die Fachforen am kommenden Tag geben. Als Referent zur Abendveranstaltung in der Kaiserpfalz

war Professor Klaus Töpfer, Vorsitzender der „Ethik-Kommission sichere Energieversorgung“ der Bundesregierung, eingeladen. Er brachte es für alle Anwesenden noch einmal auf den Punkt: „Wir müssen aufhören zu grübeln, was man hätte besser machen können. Wir müssen uns fragen: Was machen wir jetzt – 2012?“.

Die 5. NET wurden durch die Niedersächsischen Ministerien für Umwelt und Energie, Wirtschaft, Wissenschaft und Landwirtschaft und von den Unternehmen Siemens, E.ON Avacon, Baker Hughes sowie IVG Caverns, dem Verein GeoEnergy Celle, Exxon Mobile, der IHK-Arbeitsgemeinschaft Hannover-Braunschweig und der Stadt Goslar unterstützt.

*Foto oben: Der Referent der Abendveranstaltung der 5. NET war Professor Klaus Töpfer, Vorsitzender der „Ethik-Kommission sichere Energieversorgung“ der Bundesregierung.*

## Juli 2012: Energieprojekte im Fokus der EU-Förderung: Tagung am EFZN

Von 2007 bis 2014 fördert die Europäische Union mit insgesamt 150 Millionen Euro aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) Projekte zum Wissensaustausch und Technologietransfer in Niedersachsen. Ziel ist es, die Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu stärken.

Auf der Veranstaltung „Bilanz und Ausblick der Förderung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung“ im Juli 2012 am EFZN wurden erste Ergebnisse und Projekte der Förderperiode vorgestellt. Bisher konnten 330 Forschungsvorhaben mit insgesamt rund 70 Millionen Euro aus EFRE und rund 30 Millionen Euro vom Land gestartet werden. Mehr als 70 weitere Förderanträge sind zurzeit im Begutachtungsverfahren.

„Wir fördern den Austausch und die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft, denn ohne diese fruchtbare Kooperation wären Innovationen nicht möglich. Das können Existenzgründungen aus dem Hochschulbereich sein, unternehmensorientierte Weiterbildungen oder die Kooperation

von Hochschulen und Einrichtungen der Erwachsenenbildung“, betonte die zu diesem Zeitpunkt amtierende Niedersächsische Ministerin für Wissenschaft und Kultur, Professor Dr. Johanna Wanka und benennt die Batterieforschung in Goslar als ein gutes Beispiel. „Sie ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Elektromobilität“, so Ministerin Wanka, die gleichzeitig begrüßte, dass Erneuerbare Energien, CO<sub>2</sub>-Reduzierung, Elektromobilität und Ressourceneffizienz in der kommenden Förderperiode noch stärker im Fokus der EU-Förderung stehen würden. „Das ist eine große Chance für unser Energieland. Niedersachsen wird von der EU-Förderung weiterhin profitieren können.“

*Foto unten: Die Referenten der EFRE-Veranstaltung auf dem EnergieCampus (von links) – Professor Hans-Peter Beck, Vorsitzender EFZN-Vorstand, die damalige niedersächsische Wissenschaftsministerin und aktuelle Bundesforschungsministerin Professor Johanna Wanka, Professor Thomas Hanschke, Präsident der TU Clausthal und Eric Dufeil von der Europäischen Kommission, Generaldirektion Regionalpolitik*



## Juni 2012: Energieforschung – Niedersachsen und Schottland kooperieren

Niedersächsische und schottische Wissenschaftler beschlossen im Juni 2012 auf dem Gebiet der Energieforschung enger zusammenzuarbeiten. Die TU Clausthal mit dem EFZN, die Universität Göttingen, die Heriot-Watt-University und die University Edinburgh vereinbarten deshalb eine Kooperation. Unterzeichnet wurden die Verträge in der schottischen Hauptstadt im Beisein des damaligen niedersächsischen Ministerpräsidenten David McAllister. Die Partnerschaft erstreckt sich auf gemeinsame Forschungsprojekte und Aktivitäten in der Lehre. Im Blickpunkt stehen beispielsweise neue Technologien, um Öl und Erdgas aus dichten Gesteinsschichten zu gewinnen. Außerdem ist die unterirdische Speicherung von Energie, die aus erneuerbaren Quellen stammt, ein Forschungsthema. So könnte etwa Windstrom in Gas umgewandelt werden, das

sich dann unterirdisch speichern lässt. Auf diesen Gebieten forschen das Clausthaler Institut für Erdöl- und Erdgastechnik, das von Professor Leonhard Ganzer geleitet wird, sowie die Forschungsgruppe um Professor Martin Sauter vom Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen. Die neue niedersächsisch-schottische Zusammenarbeit ist außerdem als ein weiterer Schritt zu einem noch größeren Verbund zu betrachten: zur European North Sea Energy Alliance (ENSEA).

*Foto unten: Beim Unterzeichnen (v.l.) – Professor Steve Chapmann (Heriot-Watt-University), der damalige Niedersächsische Ministerpräsident David McAllister, Professor Nigel Brown (University Edinburgh), Professor Hans-Peter Beck (EFZN) und Dr. Gernot Kalkoffen (ExxonMobil)*







## März 2012: EFZN stellt BMU-Erdkabelstudie in Berlin vor

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz veranstalteten mit der Deutschen Umwelthilfe e.V. am 15. März 2012 in Berlin die Fachtagung „Von der Forschung zur Anwendung – Aktuelle Studien zum Netzausbau“. In diesem Rahmen stellte das EFZN die vom BMU in Auftrag gegebene Studie „Ökologische Auswirkungen von 380-kV-Erdleitungen und HGÜ-Erdleitungen“ vor.

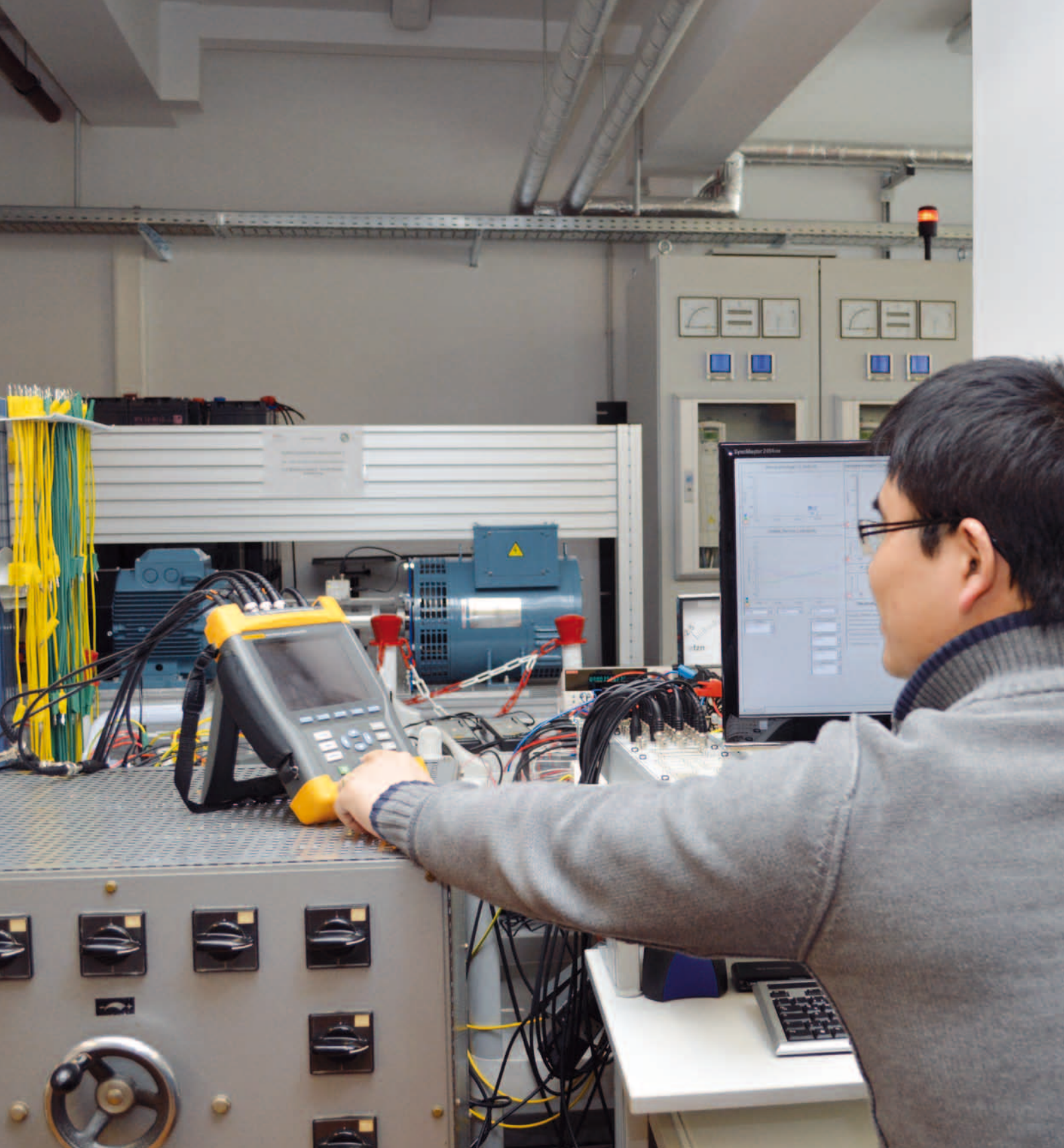
Ziel der Studie war es, die technischen Möglichkeiten des Ausbaus der Höchstspannungsnetze auf Basis der 380-kV-Drehstrom- und Gleichstrom-Technik zu untersuchen und zu bewerten. Insbesondere wurde die Erdverkabelung mit der Freileitungstechnik im Hinblick auf Umwelt- und Naturschutz, der Landschaftsverträglichkeit sowie technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Voraussetzungen verglichen. Die Studie zeigt unter anderem auf, dass pauschale Bewertungen der Übertragungstechniken nicht möglich und Einzelfalluntersuchungen nach ökologischen, technischen, wirtschaftlichen und juristischen Gesichtspunkten notwendig sind. Herausgekommen sind transparente und nachvollziehbare Bewertungsgrundlagen zur Auswahl geeigneter

Übertragungstechnologien in Form von Kriterienkatalogen und Empfehlungslisten. Diese sollen Planungsakteuren eine praxisnahe Entscheidungshilfe bei der Abwägung zwischen Freileitung und Erdkabel bieten.

Die Studie wurde von Oktober 2009 bis Dezember 2011 erstellt. Dazu kooperierten unter dem Dach des EFZN das Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik der Leibniz Universität Hannover (Prof. Dr.-Ing. Lutz Hofmann), das Institut für deutsches und internationales Berg- und Energierecht der Technischen Universität Clausthal (Prof. Dr. jur. Hartmut Weyer) und der Lehrstuhl für Öffentliches Recht der Georg-August-Universität Göttingen (Prof. Dr. jur. Thomas Mann) mit dem Hamburger Umweltplanungsbüro OECOS GmbH (apl. Prof. Dr. Karsten Runge). Leitung und Koordination des Projekts lagen beim EFZN (Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck; Ass. jur. Wolfgang Dietze).

*Foto oben: Der Abschlussbericht der transdisziplinären Arbeitsgruppe ist in der EFZN-Schriftenreihe im Cuvillier Verlag Göttingen erschienen und im Internet unter [www.gbv.de/dms/clausthal/E\\_BOOKS/2012/2012EB137.pdf](http://www.gbv.de/dms/clausthal/E_BOOKS/2012/2012EB137.pdf) abrufbar.*







## Geschäftsbericht, Infrastruktur, Projektwicklung und Forschungs- bereiche

# 2

## Geschäftsstelle

### Leitung



Dr. Jens-Peter Springmann  
Ressort Haushalt und Organisation



Dr. Wolfgang Dietze  
Ressort Personal, Kommunikation  
und internationale Angelegenheiten

### Verwaltung



Jessica Heinicke



Fee Strahler



Heike Stucki-Bammel

### IT-Abteilung



Pascal Heinichen



Marco Tödteberg



Anna Tietze



Manuel Juhrs

### Bibliothek



Nadine Kleinander

### Haustechnik



Andreas Bierwirth



Wolfgang Schrader



# Geschäftsbericht und Infrastruktur 2012/2013

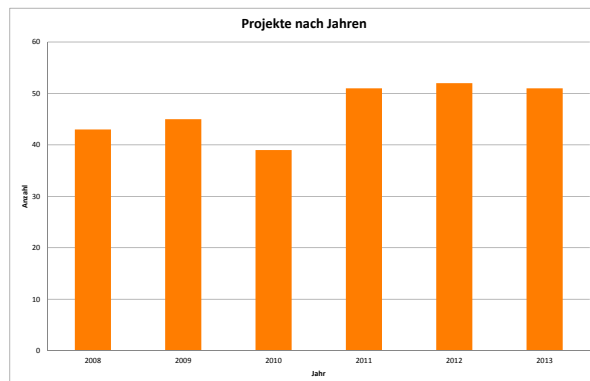
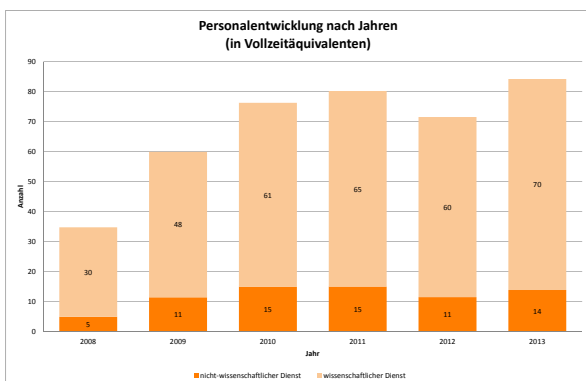
Die Jahre 2012 und 2013 waren durch den Ausbau der vom Vorstand und Kuratorium beschlossenen drei Forschungsschwerpunkte „Energiespeicher und -systeme“, „Tiefengeothermie“ sowie „Materialwissenschaftliche Energieforschung“ am Standort Goslar gekennzeichnet. So wurden im Rahmen der Energiespeicherinitiative der Bundesregierung im Jahr 2012 vier der insgesamt sieben eingereichten Projektanträge bewilligt. Rund 80 % der Gesamtbewilligungen in diesem Jahr entfielen auf die genannten drei Schwerpunktbereiche. Neben der Entwicklung neuartiger Batteriematerialien und -typen bearbeiten die geförderten Projekte auch Fragestellungen zur Integration dieser Speichertechnologien in das Energiesystem.

Mit dieser erfolgreichen Drittmittelinwerbung wurde das EFZN auch in die Lage versetzt, seine Forschungsinfrastruktur langfristig auszubauen. So werden mit dem Batterietestzentrum in unmittelbarer Nachbarschaft auf dem EnergieCampus Goslar beispielsweise neuartige Untersuchungen über das Verhalten von (großtechnischen) Hochleistungsenergiespeicher-Systemen in Grenzsituationen ermöglicht, um hierdurch unter anderem Sicherheitsanforderungen für

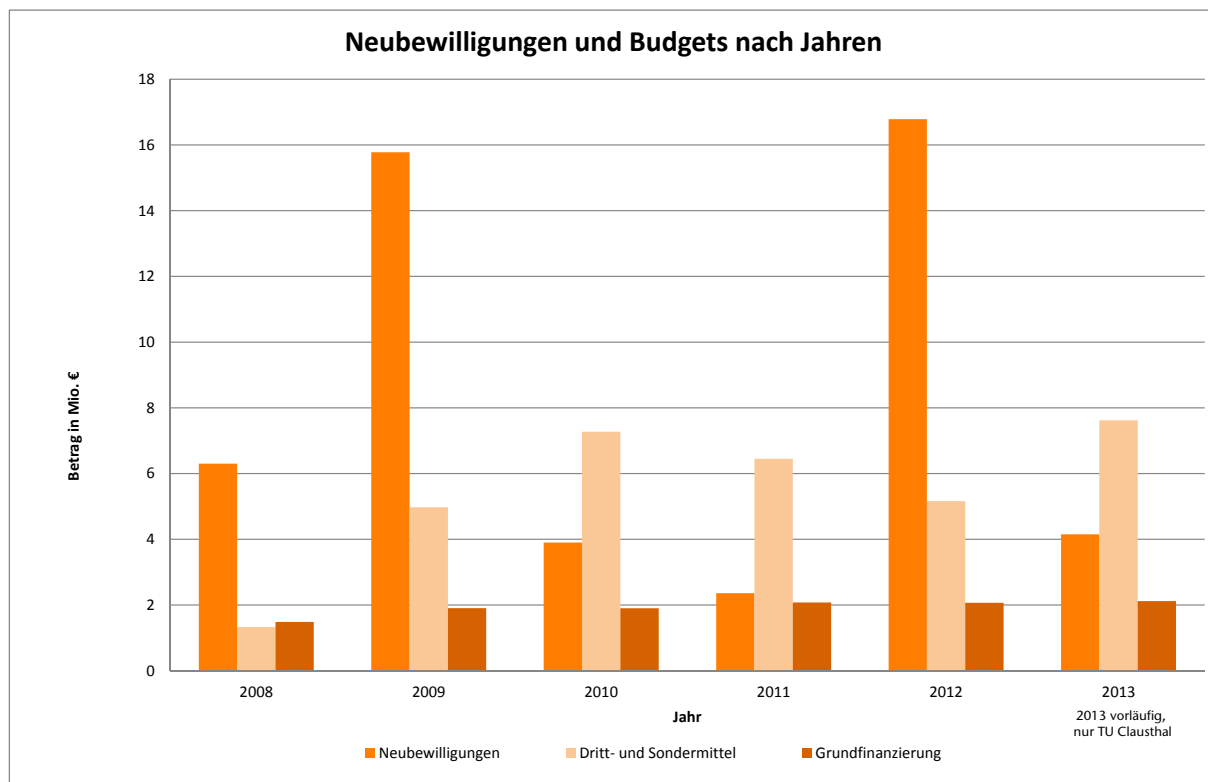
diese Systeme zu identifizieren und Vorgaben an entsprechende Normen ableiten zu können. Die Leibniz Universität Hannover wird ab dem Jahr 2014 einen Versuchsstand zur Aufladung von Brennstoffzellen und Downsizing-Verbrennungsmaschinen mit einer entsprechenden Arbeitsgruppe auf dem EnergieCampus in Goslar aufbauen.

Der vom EFZN betriebene Drilling Simulator in Celle wird ab Ende 2014 mit dazu beitragen, die Grundlagen für neuartige Verfahren zur Energiegewinnung aus tiefen geologischen Formationen zu entwickeln. Er stellt dabei ein wesentliches Element zur Verstetigung des Ende 2014 auslaufenden Forschungsverbundes „Geothermie und Hochleistungsbohrtechnik“ dar.

Durch diese beiden Infrastrukturmaßnahmen wird die dem EFZN zur Verfügung stehende Nutzfläche von ursprünglich rund 2.100qm auf nunmehr rund 3.650qm erweitert. Beide Vorhaben ermöglichen zudem in den Themengebieten „Sicherheitstechnik“ und „Sensorik“ auch den Ausbau der strategischen Kooperation mit dem auf dem EnergieCampus Goslar ansässigen Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut.







Ferner konnten in den Jahren 2012 und 2013 auch die bereits angelaufenen Internationalisierungsbestrebungen des EFZN spürbar ausgebaut werden. So wurde gemeinsam mit Partnern aus den Niederlanden, Schottland und Norwegen im Oktober 2012 das EU-geförderte Projekt „European North Sea Energy Alliance“ gestartet, welches u.a. das Ziel verfolgt, langfristig tragfähige Strukturen für gemeinsame anwendungsorientierte EU-Projekte aufzubauen.

### Die wissenschaftliche Ausstattung des Zentrums

Die bauliche Herrichtung eines bereits vorhandenen historischen Gebäudes auf dem heutigen EnergieCampus Goslar sowie die Einrichtung des EFZN mit wissenschaftlichen Geräten wurden in den Jahren 2008 bis 2011 ausschließlich aus Mitteln des Landes Niedersachsen finanziert. Die Stadt Goslar hatte als Eigentümerin des Geländes dem Land Niedersachsen 2006 ein Gebäude

im Wege einer Erbbaurechtsbestellung kostenlos für 90 Jahre überlassen. Das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur stellte der TU Clausthal rund 12,3 Millionen Euro für den Aufbau des EFZN zur Verfügung. Darin enthalten waren mehr als 3,5 Millionen Euro für wissenschaftliche Geräte, um hiermit die geplanten Forschungsschwerpunkte zu stärken und von Beginn an drittmittelfähig zu machen. Darüber hinaus wurden aus Mitteln für die allgemeine Ersteinrichtung des EFZN 280.000 Euro für die Grundausstattung einer wissenschaftlichen Bibliothek verwendet.

### Labor „Aktive Verteilnetze“

Der in dem Labor für „Aktive Verteilnetze“ vorhandene Prüfstand ist eine Nachbildung eines elektrischen Verteilnetzes (Niederspannungsnetz) mit hohem Anteil dezentraler, regenerativer Einspeisung. Der Versuchsstand ermöglicht die Untersuchung der Auswirkungen auf den



sicheren Netzbetrieb, die durch vermehrten Einsatz leistungselektronischer Komponenten wie zum Beispiel PV-Wechselrichter verursacht werden. Für diese Untersuchungen stehen folgende Geräte zur Verfügung: Zwei Maschinensätze (jeweils eine Asynchronmaschine gekoppelt mit einer Synchronmaschine), die sowohl als Last als auch als Generator eingesetzt werden können, zwei hochdynamische und frei konfigurierbare Wechselrichter zur Nachbildung verschiedener Erzeuger und Lasten, eine PV-Außenanlage und zusätzliche ohmsche und motorische Lasten. In einem aktuellen Projekt wird das Versuchsnetz zudem mit einstellbaren Netzersatzelementen (Leitungsnachbildungen) zum Nachbilden verschiedener Netzstrukturen ergänzt.

### Speicherlabor

Das Speicherlabor wird zur Konzeptentwicklung und Untersuchung von Energiespeichersystemen mit unterschiedlichen Technologien verwendet. Zur Verfügung stehen Blei-Säure-Batterien



(450V–650V, 40Ah), Doppelschichtkondensatoren (250V–500V, 5F), ein Schwungmassenspeicher (600V–800V, 6MJ), Elektrolyt- und Snubberkondensatoren und Lithium-Ionen-Batterien (300V–450V, 24Ah) sowie eine Redox-Flow-Batterie (10 KW, siehe Bild), die in das hauseigene Energieversorgungssystem eingebunden ist. Dieses System kann den hohen Leistungsanforderungen im Zeitbereich von wenigen Mikrosekunden bis zu etwa einer Stunde gerecht werden. Es steht zudem eine elektronische Belastungseinheit zur Verfügung, mit der Speichertechnologien bidirektional mit bis zu 200kW dynamisch getestet werden können.

### Chemielabore



Forschungsgeräte in den fünf elektrochemischen und materialwissenschaftlichen Laboren sind zwei große Redox-Flow-Prüfstände, ein Zink-Luft-Prüfstand (Eigenbau) und eine Handschuhbox.

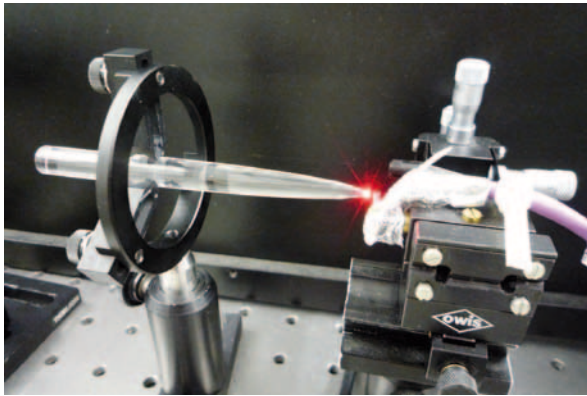
Im Bereich der Brennstoffzellenforschung stehen ein Direkte-Methanol-Brennstoffzellen (DMFC) Prüfstand, zwei kleinere Prüfstände für DMFC (Eigenbau) und ein Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) Prüfstand zur Verfügung. Darüber hinaus gibt es einen Druckelektrolyseur zur Versorgung zum Beispiel der Brennstoffzellen im Langzeittest mit Wasserstoff.

Der Aufbau des modernen Prüfstandes für die Aufladung von Brennstoffzellen und die Hochaufladung von Downsizing-Motoren soll zukünftig anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet der Aufla-

derung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und Batterien ermöglichen.

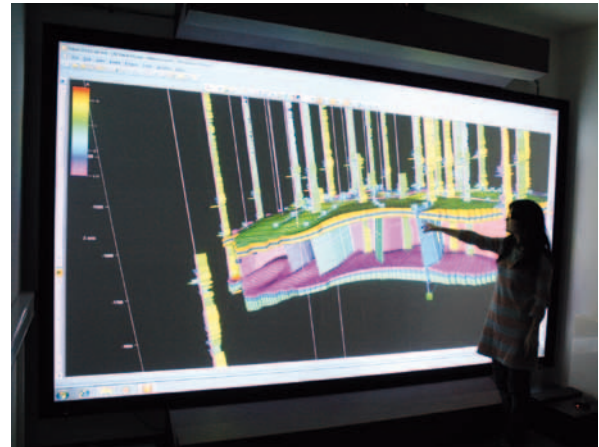
### Physiklabore

In den physikalischen Laboren befindet sich ein Femto-Sekunden-Laser (fs-Laser) zur maßgeschneiderten Modifikation von Materialien. Damit ist es zum Beispiel möglich, Wellenleiter und photonische Strukturen direkt ins Glas zu schreiben. Weiterhin wird mit dem fs-Laser schwarzes Silizium für die Prozessierung von Solarzellen hergestellt. Zur weiteren Bearbeitung stehen Handschuhbox, Beschichtungsanlage, ein Excimerlaser zur Pulsed Laser Deposition (PLD) und ein Bondinggerät zur Kontaktierung bereit. Materialanalysen sind mittels Sekundärionenmassenspektroskopie (SIMS) möglich. Außerdem steht ein Solarcharakterisierungslabor zur Verfügung.



### 3D-Visualisierungsraum

Weiterhin wurde am EFZN ein System zur dreidimensionalen Darstellung eingerichtet. Die VR-Wall („VR“ steht für „Virtual Reality“), die in einem eigenen Raum installiert wurde, ermöglicht Studenten und Wissenschaftlern, die dritte Dimension in ihre Untersuchungen mit einzubeziehen. Vier Beamer, die durch einen eigenen Rechner angesteuert werden, projizieren ein Bild auf eine spezielle Leinwand. Mittels 3D-Brillen können die Betrachter dann ein dreidimensionales Bild sehen. Speziell in der Lagerstättenkunde ist das von großem Vorteil, da die Ingenieure so die



Bohrungen optimal platzieren können. Ein anderes Anwendungsgebiet ist die dreidimensionale Darstellung von Strömungen in Gesteinen, die zuvor mittels Computertomographie dreidimensional gescannt und digital rekonstruiert wurden: zum Beispiel „Digital Rock“, Pumpspeicher unter Tage und Raumordnung unter Tage. Auch andere Fachbereiche nutzen dieses Labor zur Visualisierung von räumlichen Daten.

### Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung im EFZN – Energielabor im praktischen Betrieb

Das EFZN wird über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit zugeordneter Absorptions-Kältemaschine mit Strom, Wärme und Kälte versorgt. Das System entspricht dem Ansatz der Dezentralisierung der Strombereitstellung mit direkter Nutzung der Abwärme in angeschlossenen Gebäuden (auch im Sommer). Das BHKW mit den Leistungsdaten 210 kW thermisch/150 kW elektrisch wird mit Erdgas betrieben und versorgt das Gebäude im Heizbetrieb mit Abwärme aus der Stromproduktion. Im Sommerbetrieb wird die Abwärme in einer Absorptions-Kältemaschine zur Bereitstellung von 70 kW Kälteleistung genutzt.

Die auf dem Niveau von 6/12 Grad Celsius verfügbare Kälte dient zur Kühlung der EDV-Räume, der Laserlabore sowie des Gebäudes. Die Kältebereitstellung im Gebäude erfolgt hierbei über als innovative Heiz- und Kühlflächen ausgeführte Radiatoren mit Taupunktregelung. Zur Harmoni-



*Inbetriebnahme der Taupunktregelung der EFZN-Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)*

sierung des BHKW-Betriebes sind für die Verlängerung der Laufzeiten je ein 6-m<sup>3</sup>-Wärmespeicher und ein 3-m<sup>3</sup>-Kältespeicher der Wärme- beziehungsweise Kälteerzeugung und Kälteverteilung zwischengeschaltet. Über die zum Kältespeicher umgenutzte ehemalige Löschwasserzisterne stehen weitere 190 Kubikmeter Speichervolumen auf dem Gelände zur Verfügung. Ziel der Organisation des Anlagenbetriebes ist die Wärme-, Kälte- und Strombereitstellung bei minimiertem Einsatz von fossilen Energien und Emissionen.

Zur wissenschaftlichen Begleitung des Betriebes des Energieversorgungssystems steht ein Monitoring-System zur Verfügung, über das alle Energieströme sowie Betriebssituationen erfasst werden. Die Zentrale der Energieversorgung wird damit zum Labor mit real betriebener Anlagentechnik.

Die Energieversorgung des EFZN setzt damit Maßstäbe hinsichtlich moderner Organisation der Energieversorgung und bietet Potential zur Optimierung von Betriebsstrategien in der Praxis.

#### **Ausbau der Forschungsinfrastruktur**

Die wissenschaftliche Infrastruktur wird am EFZN derzeit zur Erforschung des Grenzverhaltens von Hochleistungs-Batteriesystemen (Testzentrum für Dauer- und Sondertests von Batterien) und zur Entwicklung und Erprobung neuartiger Bohrtechnologien zur Energiegewinnung aus tiefen geologischen Formationen (Drilling Simulator Celle) erweitert. Mit diesen Investitionsprojekten werden der langfristige Ausbau der dazugehörigen Schwerpunkte und damit die Entwicklung des EFZN insgesamt wesentlich verstärkt.



# Der EnergieCampus in Goslar



*Bild oben: Der EnergieCampus in Goslar ist mittlerweile der Standort von zahlreichen wissenschaftlichen Einrichtungen und Instituten sowie innovativer Start-Up-Unternehmen.*

Mit dem Ziel die niedersächsischen Energieforschungskompetenzen zu bündeln und auszubauen, hat die Landesregierung im Sommer 2006 ein Energieforschungszentrum in Goslar beschlossen.

Dahinter stand die Erkenntnis, dass Fragestellungen beim Umbau des Energiesystems nur disziplinübergreifend beantwortet werden können. Daher sollten Forscherinnen und Forscher aus Natur-, Ingenieur- und Rechtswissenschaften sowie aus Sozial- und Wirtschaftswissenschaften möglichst an einem Standort dauerhaft, eng zusammen arbeiten: Die Idee des EnergieCampus war geboren.

Die Stadt Goslar stellte als Eigentümerin der ehemaligen Rammelsbergkaserne kostenlos ein Gebäude für 90 Jahre zur Verfügung. Im Dezember 2007 erfolgte im Beisein des damaligen Niedersächsischen Ministerpräsidenten Christian Wulff mit der symbolischen Grundsteinlegung der Startschuss für den Umbau zum Forschungsstandort.

Im Vorgriff wurde das „Technologie- und Gründerzentrum Goslar (TGZG)“ auf dem EnergieCampus gegründet (heute Am Stollen 19B). Dieses Zentrum sollte während der Bau- und Einrichtungsphase ersten EFZN-Arbeitsgruppen und der Geschäftsstelle die Möglichkeit geben, ihre Arbeit aufzunehmen. Im Juli 2007 zogen zudem bereits erste hoch innovative junge Unternehmen („Start-Ups“) aus dem Energiebereich, die im Umfeld der TU Clausthal entstanden sind, in das neue Gebäude ein.

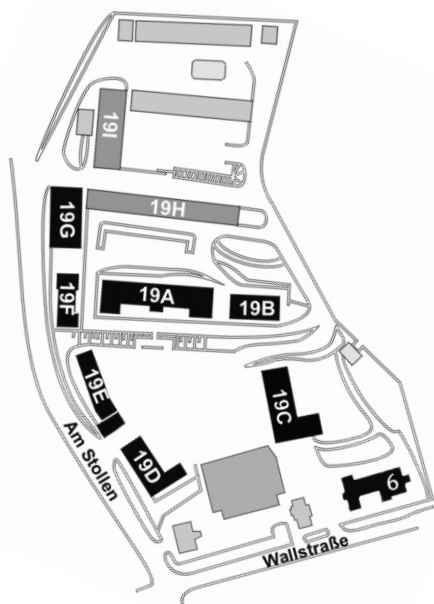
Seit April 2009 bietet das TGZG auch der neu eingerichteten Abteilung „Faseroptische Sensorsysteme“ ein Domizil an der TU Clausthal als Außenstelle des Fraunhofer Heinrich-Hertz-Instituts Berlin. Diese neue Abteilung, die eng mit dem EFZN verknüpft ist, entwickelt neuartige Sensoren für Überwachungsprozesse in der Energie-, Sicherheits- und Medizintechnik. Zudem werden die Forschungsergebnisse des benachbarten EFZN in industrielle Anwendungen umgesetzt. Dieses Tandem Fraunhofer–EFZN setzt wichtige Impulse zur Entwicklung des EnergieCampus und stärkt die äußere



Sichtbarkeit der Energieforschung in Niedersachsen. Die vielseitige Struktur des EnergieCampus, dem das EFZN als Keimzelle und Pulsgeber gilt, mit innovativen Unternehmen, serviceorientierten Vereinen und wichtigen Forschungseinrichtungen

ist zu einem der wichtigsten Standorte moderner Energieforschung geworden.

*Grafik unten: Übersicht über die ansässigen Einrichtungen auf dem EnergieCampus*



EnergieCampus

AM STOLLEN 19A	AM STOLLEN 19D
efzn Energie-Forschungszentrum Niedersachsen	INEXUS INTEGRATED ENERGY NETWORKS
GOSLAR mit Energie	AM STOLLEN 19E
AM STOLLEN 19B	STADT GOSLAR
Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut	AM STOLLEN 19F
TU Clausthal Institut für Energieforschung und Physikalische Technologien	efzn Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
FEMTO FIBER TEC	AM STOLLEN 19G
MIOPAS	IBA IWA IEMI IUCE
STADT GOSLAR	AM STOLLEN 19H
AM STOLLEN 19C	
HOT Reservoir Solutions GmbH	WALLSTRASSE 6
Konferenzbereich/ Campus Bistro	IPSSE   Institute for Applied Software Systems Engineering

# Projektentwicklung und Forschungsbereiche

Um den transdisziplinären Forschungsansatz entlang der gesamten Energiekette erfolgreich in die Praxis umsetzen zu können, ist das EFZN aufbauorganisatorisch in insgesamt neun Forschungsbereiche gegliedert (siehe Abbildung 1), aus denen zur jeweiligen Fragestellung projektbezogene Arbeitsgruppen gebildet werden. Jeder Forschungsbereich wird fachlich von einer/einem ProfessorIn der EFZN-Universitäten geleitet (siehe Umschlagklappe am Anfang des Berichts). Die Arbeit in den Forschungsbereichen vor Ort in Goslar wird durch ProjektentwicklerInnen organisiert und gestaltet. Bei diesem grundfinanzierten, zentralen wissenschaftlichen Personal handelt es sich um Postdocs bzw. ausgewiesene Fachleute mit langjähriger Berufserfahrung aus den Bereichen der Ingenieur- und Naturwissenschaften, Informatik sowie der Gesellschafts- und Geisteswissenschaften. Die Verschränkung der beteiligten Disziplinen und WissenschaftlerInnen erfolgt unter anderem durch gemeinsame wöchentliche Arbeitssitzungen, in denen Forschungsvorhaben diskutiert, entwickelt und umgesetzt werden („Think Tank“, siehe Abbildung 2). Die ProjektentwicklerInnen nehmen somit eine Schlüsselfunktion bei der täglichen wissenschaftlichen Arbeit des EFZN ein.

## Kurzvorstellung der Forschungsbereiche

Der steigende Bedarf an Rohstoffen beeinflusst die zeitliche Reichweite der Nutzung natürlicher Ressourcen. Gleichzeitig besteht bei der Gewinnung dieser Rohstoffe die Notwendigkeit zu einer möglichst nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen und endlichen Lagerstätten. Die Kosten für die Energiebereitstellung hängen in direkter Weise mit technischen Innovationen zu weiteren Effizienzsteigerungen bei der Rohstoffgewinnung ab. Im Forschungsbereich Energierohstoffe und -speicher werden vor diesem Hintergrund folgende Schwerpunkte bearbeitet:

- Nachhaltige Energieversorgung: Um die negativen ökologischen Folgen und die Abhängigkeit von Importen der bestehenden Energie-

versorgung mittel- bis langfristig reduzieren zu können, liegt ein Forschungsschwerpunkt bei einer grundlastfähigen und nachhaltigen Energieversorgung durch z.B. die tiefe Geothermie.

- Optimierungen bei der Rohstoffversorgung: Mittelfristig wird weltweit ein Großteil der Energie weiterhin von verhältnismäßig großen Anlagen, auf Basis von fossilen Brennstoffen erbracht werden. Für diese Energierohstoffe bzw. für weitere mineralische Rohstoffe liegt der Schwerpunkt bei Effizienzsteigerungen unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten für Erkundung, Gewinnung und Aufbereitung aus primären und sekundären Quellen.
- Energiespeicherung: Um die fluktuierende Energiebereitstellung aus erneuerbaren Ressourcen zu verstetigen und einen zuverlässigen Netzbetrieb und die Systemsicherheit zu gewährleisten, besteht ein Bedarf an Energiespeichersystemen mit spezifischen Anforderungen an Leistung, Kapazität und Dynamik.

Der Forschungsbereich Energiewandlung und Veredelung umfasst die Prozesse der Energiewandlung bzw. der Bereitstellung von Endenergie. Die Veredelung der Energie ist geprägt von der Art der Bereitstellung, wie zum Beispiel der Direktvermarktung, Speicherung oder stofflichen Konversion. Bei den Forschungsarbeiten werden die elektrochemische, mechanische, thermische und stoffliche Wandlung und Speicherung, sowie die Kopplung von Prozessen und Komponenten betrachtet. Durch die Gesamtsystembetrachtung und die Integration neuer innovativer Prozesse in bestehende Systeme kann ein wesentlicher Beitrag zur Transformation des Energiesystems geliefert werden.

Zu den Themenfeldern, die den Schwerpunkt der Arbeiten im Forschungsbereich Energiesysteme und Prozessenergietechnik bilden, gehören zum einen Energiesysteme, darunter fallen Wandlung,



Transport, Verteilung, Speicher, Nutzung und Management. Zum anderen beschäftigen sich die Wissenschaftler mit der Leistungsmechanik, einem interdisziplinären Gebiet der Ingenieurwissenschaften, sowie der Prozessenergie-technik, deren Problematik im Bereich der Energieoptimierung und Energieeinsparung in der Industrie, in Kraftwerken sowie beim Endverbraucher liegt. Die industrielle Prozessenergie-technik ist eine Querschnittstechnologie, die bei vielen Herstellungs- und Bearbeitungsprozessen aus technologischer und energetischer Sicht eine zentrale Bedeutung einnimmt.

Im Forschungsbereich Energienetze liegt der Fokus auf Systemen für den Energietransport und die Energieverteilung. Zu den Themenschwerpunkten gehören elektrische Übertragungs- und Verteilungsnetze, Gasnetze (einschließlich Druckluftnetze) sowie Wärme- und Kältenetze. Die

Veränderung des Energie-Mixes bei der Stromerzeugung zugunsten der Erhöhung des regenerativen Anteils erfordert ebenso wie die dezentrale Nutzung der Abwärme von Kleinkraftwerken zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz einen Umbau des heutigen Transport- und Verteilungsnetzes für die elektrische Energie. Geothermie mit Wärmepumpen, Solarthermie mit Kollektoren in Verbindung mit thermischen Speichern werden künftig immer stärker in die Energiesystemtechnik einzubinden sein.

Eine effiziente Nutzbarmachung von Abfällen sowie die sichere und umweltverträgliche Entsorgung nicht wieder verwertbarer Abfälle gehören zu den Kernaufgaben der Rohstoffsicherung und des Umweltschutzes. Der Forschungsbereich „Wiederverwertung und Entsorgung“ stellt sich diesen Aufgaben und führt interdisziplinäre Forschungsarbeiten unter anderem zur Nutzbar-

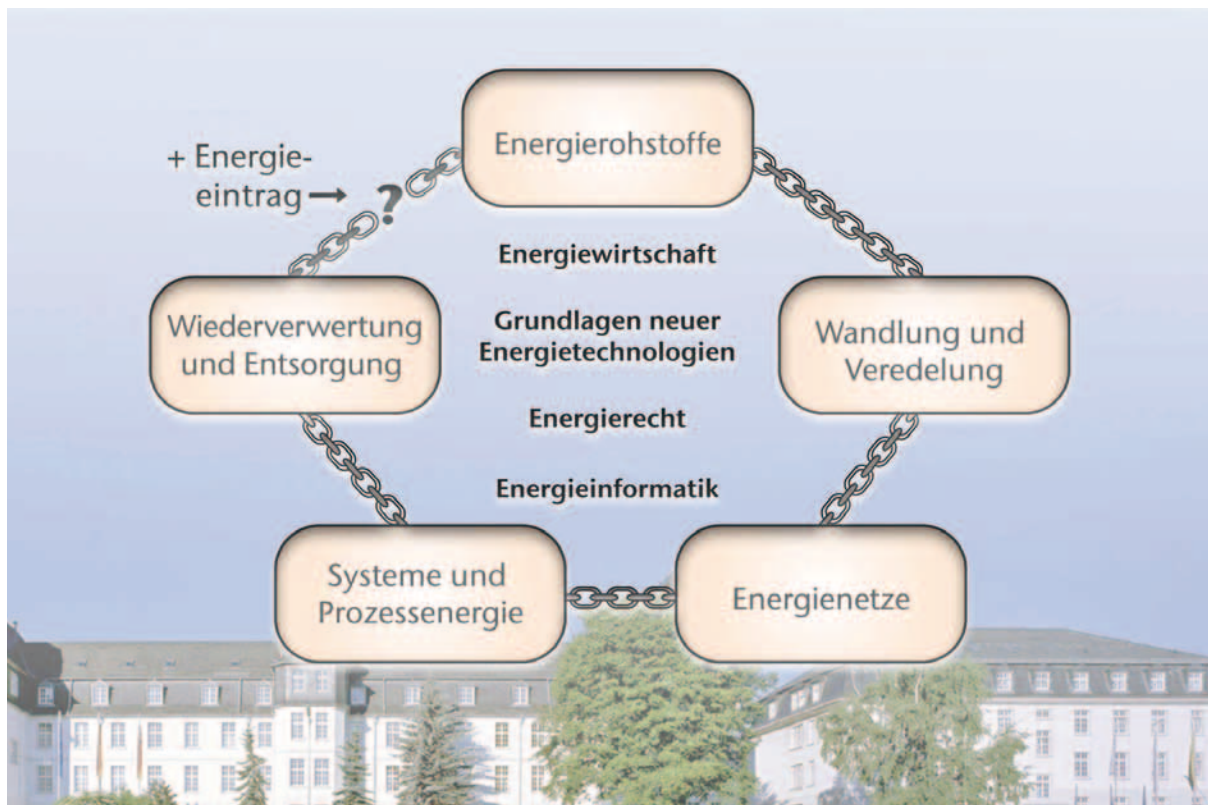


Abbildung 1: Aufbauorganisation – disziplinübergreifende Forschung entlang der Energie-Wertschöpfungskette





*Abbildung 2: In wöchentlichen Sitzungen der Projektentwickler werden fachübergreifend neue Verbundprojekte zur Energieforschung generiert. Diese „Think-Tank-Funktion“ ist essentiell für die transdisziplinäre Arbeit im EFZN.*

machung von Massenabfällen und zu Verwertungstechnologien für ausgediente Produkte und Einrichtungen (Recycling) und zur energetischen und thermischen Verwertung von Alternativbrennstoffen aus Abfällen durch.

Im Forschungsbereich Energieinformatik arbeiten die Wissenschaftler an geeigneten Ansätzen für die Gesamtsicht auf Erzeugung, Verbrauch und Speicherung in dynamischen und komplexen Wirkzusammenhängen. Sie befassen sich unter anderem mit Verbundbildungsmechanismen, Steuerungsalgorithmen und Automatisierungsstrategien. Für einen Wandel in der Energieversorgung müssen die konventionell zentral angelegten Kraftwerksleistungen durch ein Zusammenspiel regenerativer Energieanlagen in einem dezentralen Energiesystem substituiert werden. In intelligenten Energieversor-

gungsnetzen der Zukunft, den sogenannten „Smart Grids“, werden Versorgungsinfrastrukturen an dedizierten Stellen von Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen zu unterstützen sein, um eine rechtzeitige Organisation und Koordination sowie eine sofortige Interaktion aller Netznutzer zu ermöglichen.

Zur Bewertung und Ausgestaltung von energetischen Konzepten ist die Betrachtung von wirtschaftlichen Aspekten essentiell. Dies geschieht im Forschungsbereich Energiewirtschaft. Einerseits muss die Wirtschaftlichkeit von Produktionsverfahren, zum Beispiel zur Herstellung von Biokraftstoffen oder zur energetischen Nutzung von Biomasse, ermittelt werden. Andererseits stehen den wirtschaftlichen Kriterien wie Ertrag, Verkaufspreis oder Kosten des Anlagenbetriebs etliche ökologische und soziale Herausforderungen



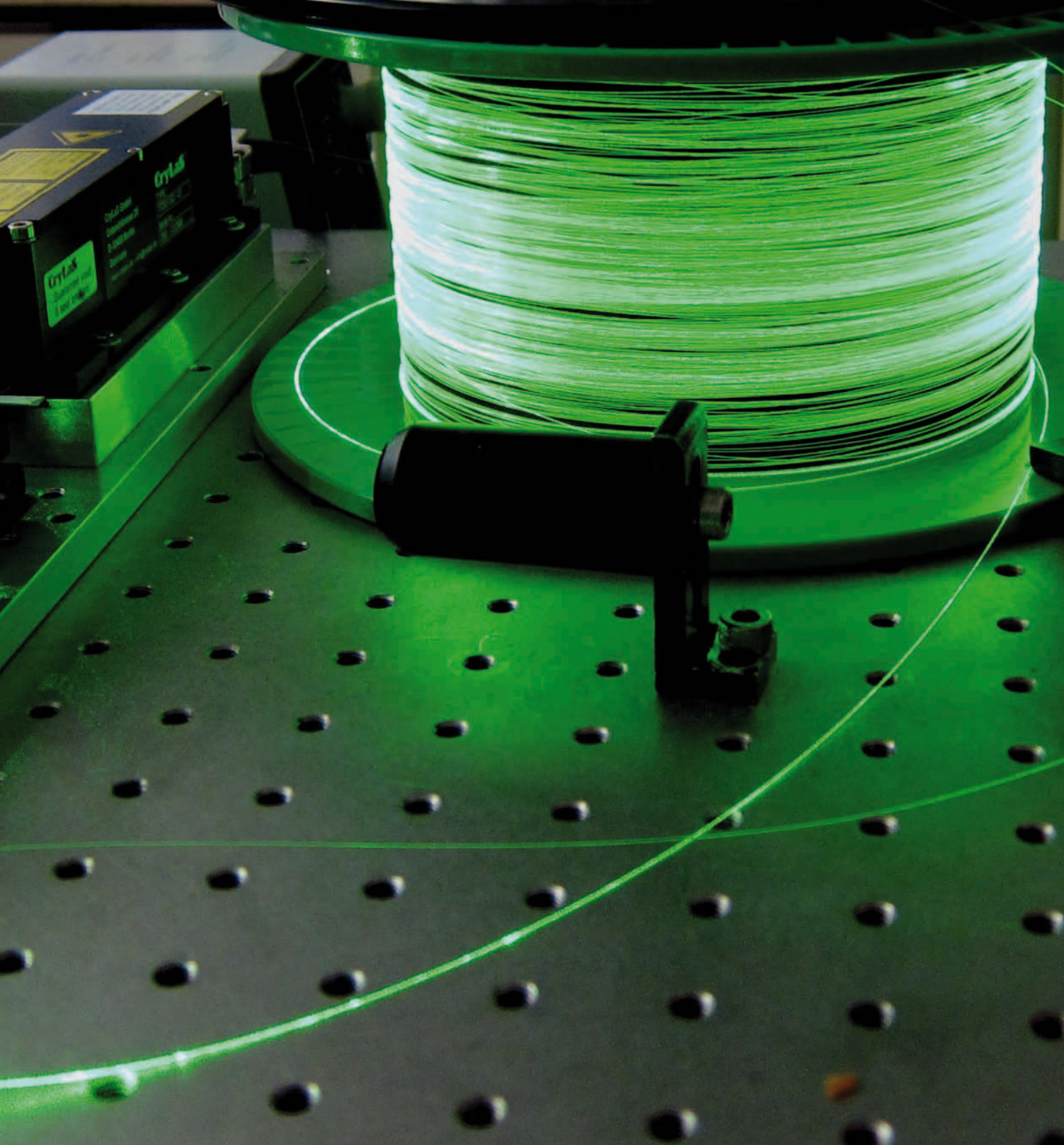
gegenüber, wie etwa CO<sub>2</sub>-Bilanz und Akzeptanz vor Ort, die ebenfalls zu berücksichtigen sind. Dazu bietet das EFZN unter anderem auch über die beteiligten Mitglieder an den jeweiligen Universitäten wichtige Expertise.

Der Forschungsbereich Energierecht strebt an, Kompetenzen in den wesentlichen Bereichen des Energierechts vorzuhalten. Berücksichtigt werden insbesondere das Regulierungsrecht, das Recht des Netzausbaus und Rechtsfragen der nachhaltigen Energieversorgung. Die Arbeit der Wissenschaftler des Forschungsbereichs richtet sich zum einen auf die energierechtlichen Aspekte übergreifender energiebezogener Aufgabenstellungen entlang der gesamten Energiekette. Zum anderen strebt der Forschungsbereich die breitere juristische Bearbeitung dreier Themenschwerpunkte an: „Regulierungstiefe“, „Nachhaltige

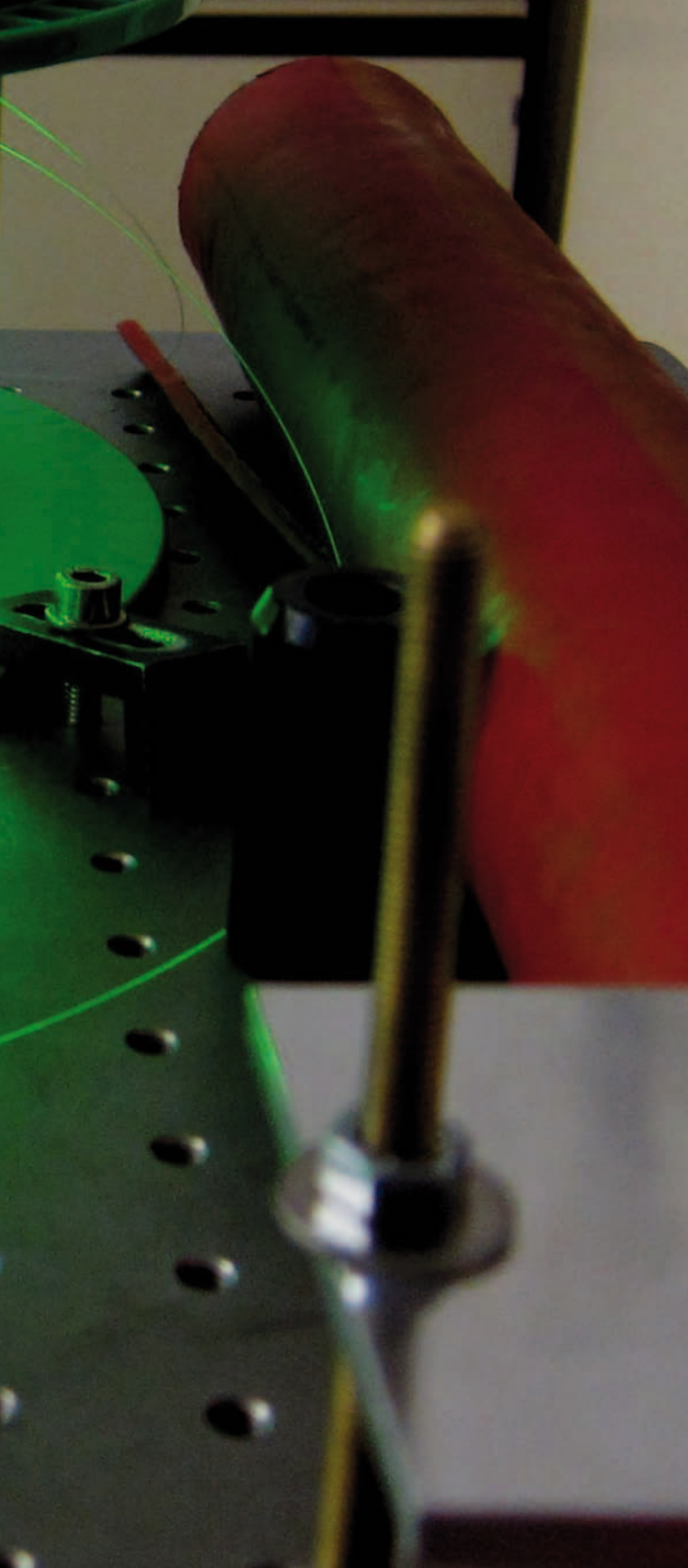
Energieversorgung und Markt“ sowie „Rechtliche Rahmenbedingungen neuer Energie- und Klimaschutztechnologien“.

Die Arbeiten im Forschungsbereich Grundlagen neuer Energietechnologien konzentrieren sich zunächst schwerpunktmäßig auf die beiden Themengebiete „Energiewandlung mit neuen Materialien“ und „Sensorik zur optimierten Energieeffizienz“. Bei der Materialentwicklung stehen für Sensor- und Aktuatorapplikationen insbesondere Hochtemperaturmaterialien und für die Energiewandlung nanoskalige Materialien im Vordergrund künftiger Entwicklungen. Auf der Basis verbesserter und neuer Materialien sollen neue Funktionsprinzipien zielorientiert geschaffen und erprobt werden. Daneben spielen die Entwicklung neuer Konzepte zur Miniaturisierung von Sensoren und Sensorsystemen eine wesentliche Rolle.









**Forschungs-  
schwerpunkte  
und Vorstellung  
strategisch  
wichtiger Projekte  
2012/2013**

3

# Forschungsschwerpunkte

Basierend auf den Empfehlungen zu Schwerpunkten der niedersächsischen Energieforschung („Energieforschung in Niedersachsen“, Wissenschaftliche Kommission Niedersachsen, 3/2011), haben EFZN-Vorstand und -Kuratorium insgesamt sieben Forschungsschwerpunkte beschlossen (s. Abbildung 2). Es handelt sich dabei zunächst um die Themenfelder „Smart Grids“, „Bioenergie“, „Windenergie“ und „Gesellschaftswissenschaftliche Energieforschung“, welche vorrangig an den jeweiligen Standorten der EFZN-Mitgliedsuniversitäten weiterentwickelt werden.

Die weiteren Schwerpunktthemen „Energiespeicher und -systeme“, „Tiefengeothermie“ und „Materialwissenschaftliche Energieforschung“ sind hingegen profilbildend für das EFZN am Standort Goslar.

Exemplarisch können für diese drei Schwerpunkte

die folgenden Verbundprojekte angeführt werden:

- Batterieelektrischer Schwerlastverkehr im intelligenten Containerterminal (BESIC)
- European North Sea Energy Alliance (ENSEA)
- Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der Systemsicherheit
- Wiederaufladbare Zink-Luft Batterien zur industriellen Energiespeicherung (ZnPlus)
- Untersuchung der geohydraulischen, mineralogischen, geochemischen und biogenen Wechselwirkung bei der Untertage-Speicherung von Wasserstoff in konvertierten Gaslagerstätten (H2Store)
- Forschungsverbund SmartNord
- Schnellladung von Elektrofahrzeugen
- Forschungsverbund Geothermie und Hochleistungsbohrtechnik (gebo)

Diese Vorhaben werden auf den kommenden Seiten ausführlicher dargestellt.



Abbildung 1: 3D-Darstellung des geplanten Batterie- und Sensoriktestzentrums auf dem EnergieCampus zum Ausbau der Schwerpunkte Energiespeicher und -systeme und Materialwissenschaftliche Energieforschung

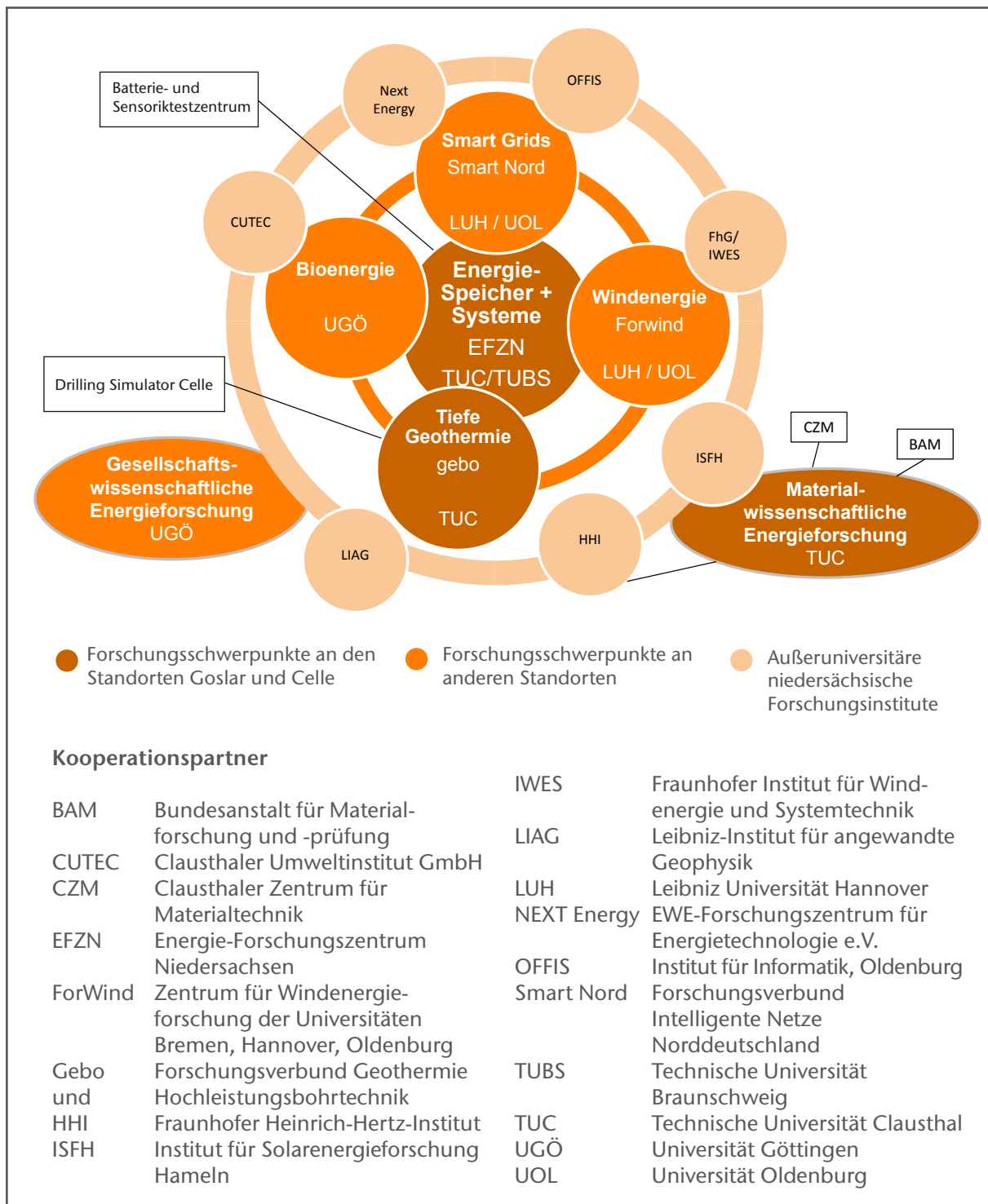


Abbildung 2: Verknüpfung der niedersächsischen universitären und außeruniversitären Energieforschung dargestellt anhand der gewählten Schwerpunkte



# BESIC: Batterie-Elektrische Schwerlastfahrzeuge im Intelligenten Containerterminalbetrieb

Im Verbundvorhaben BESIC („Batterie-Elektrische Schwerlastfahrzeuge im Intelligenten Containerterminalbetrieb“) wird versucht nachzuweisen, dass die Elektromobilität mit einem Batteriewechselkonzept bei geschlossenen Transport- und Logistiksystemen betriebswirtschaftlich lohnenswert ist. Nach Möglichkeit soll aufgezeigt werden, dass sich in einem Anwendungskontext wie dem Containerterminal Altenwerder in Hamburg ein Wettbewerbsvorteil durch die Einführung von Elektrofahrzeugen ergeben kann. Ausschlaggebend dafür werden aller Voraussicht nach die Betriebskosteneinsparungen sein, die sich aus intelligenten Ladestrategien für die Wechselbatterien erreichen lassen. Das Logistikgeschehen birgt bei gesteuertem Laden gewisse zeitliche Lastver-

schiebungspotenziale, die seitens des Terminalbetreibers im Austausch mit Stromlieferanten vermarktet werden können. Auf diese Weise lassen sich unter anderem Vergünstigungen im Strombezug erzielen, die einem Batteriewechselkonzept mit Berücksichtigung einer Restwertminderung bei den Fahrzeugbatterien zum Durchbruch verhelfen können. Das Batteriewechselkonzept sorgt im wahrsten Sinne für eine Speicherfähigkeit im Industrieprozess bei der Frage der Bereitstellung von Prozessenergie, also in diesem Falle die Traktionsenergie („Strom zum Fahren“).

Eine IKT-gestützte Planung und Steuerung der Ladevorgänge für Elektroschwerlastfahrzeuge soll die Flexibilität im Containerterminal und den Anteil erneuerbarer Energien im Stromverbrauch erhöhen. Ein besonderer Fokus liegt auf der Entwicklung eines Batterienverwaltungssystems und der Erprobung innovativer Energiespeicher. Um immer den sowohl ökologisch wie auch operativ optimalen Ladezeitpunkt für die Batterien von Containertransportern zu ermitteln, haben sich der HHLA Container Terminal Altenwerder, eine Tochter der Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA), die Gottwald Port Technology GmbH (Gottwald) und Vattenfall Europe Innovation GmbH mit den durch das EFZN koordinierten Universitäten Oldenburg, Göttingen und Clausthal zusammengetan. Das übergreifende Forschungsprojekt BESIC, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert wird, hat ein Gesamtvolumen von rund 10,4 Millionen Euro. Für die Forschungsarbeiten unter dem Dach des EFZN stehen rund 2,3 Millionen Euro in Fördermitteln des BMWi zur Verfügung.

Das BESIC-Vorhaben setzt exemplarisch beim geschlossenen Logistiksystem des Umschlags zwischen Seeweg und Containerlager im Contai-

## Projektpartner

### Projektkoordination:

- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen

### Forschungsstellen:

- Universität Oldenburg
- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
- Universität Göttingen

### Partner

- HHLA Container Terminal Altenwerder GmbH
- Gottwald Port Technology GmbH
- Vattenfall Europe Innovation GmbH



Abbildung 1: Die elektrischen Containertransporter bei ihrem täglichen Einsatz

nerterminal Altenwerder, Hamburg an, welcher zum Zeitpunkt mit der Kompaktbauweise als „State-of-the-art“ geführt wird, weil es weltweit die am weitesten automatisierte Systemlösung für die Containerlogistik darstellt. Die Grundlage für den hohen Automatisierungsgrad bildet unter anderem ein IKT-basiertes Steuerungssystem für führerlose Transportfahrzeuge im Containerterminal, das modular in ein gebräuchliches Terminalleitsystem (TLS) integriert werden konnte. Es wird für die Elektromobilität darauf ankommen, neben den leittechnischen Modulen zur Bestimmung von Fahrzeugeinsätzen und deren Transportwegen auch den Batterieeinsatz und die Ladevorgänge ganzheitlich zu planen und zu steuern. Ein besonderer Augenmerk wird darauf liegen, die Planung und Steuerung des Einsatzes von Fahrzeugen und Batterien im Containerterminal

mit Hilfe von IKT-Systemen unter zusätzlichen betriebs- und energiewirtschaftlichen sowie bestehenden logistischen Anforderungen zu lösen und zu optimieren. Dadurch soll im BESIC-Vorhaben gemeinhin für geschlossene Transport- und Logistiksysteme eine betriebswirtschaftliche und netzverträgliche Einbindung von Elektrofahrzeugen in das elektrische Versorgungsnetz ermöglicht werden. Im BESIC-Vorhaben wird der Stellenwert von IKT-Systemen für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen sowie für Beiträge zur Energiekosteneinsparung im gewerblichen Kontext betont, indem der Strombezug zum Laden der Wechselbatterien preis- und anreizbasiert intelligent ausgestaltet wird. Es wird ein „Smart Charging“ Ansatz verfolgt, für den grundlegende Steuerungsinformationen in der bestehenden IKT-Systemlandschaft des Containerterminals



Abbildung 2: Das Einsatzgebiet – das Containerterminal der HHLA in Altenwerder

gewonnen und für eine Optimierung des Strombezugs weiter zu verarbeiten sind.

Weiterhin wird im BESIC-Vorhaben untersucht, ob das Batteriewechselkonzept zur zentralen Bereitstellung von Traktionsenergie bei geschlossenen Transport- und Logistiksystemen mit offenen Fahrbereichen und chaotischer Lagerhaltung vorzüglich anzuwenden ist. Die Elektrofahrzeuge im Containerterminal können eben nicht mit der Abfertigung von Transportaufträgen aussetzen und an eine Ladestation gestellt werden, denn ansonsten würden weitere Transportfahrzeuge gebraucht. Bisherige Untersuchungen haben erwiesen, dass eine Batteriewechselstation grundsätzlich dienlich ist, um das Laden der Wechselbat-

terien und den Fahrzeugeinsatz voneinander zeitlich zu entkoppeln und somit einen Betrieb rund um die Uhr zu gewährleisten. Dennoch bringen die Ladevorgänge der Fahrzeugbatterien selbst bei einem Batteriewechselkonzept geringfügige Einbußen in der Performance der Transportfahrzeuge mit sich. Während die Transportfahrzeuge mit Verbrennungsmotor oder Dieselstromgenerator an Bord einmal wöchentlich zu betanken sind, müssen die batterie-elektrischen Transportfahrzeuge zumindest etwa jeden Halbtage die Batteriewechselstation anfahren. Darum steht das Konzept zur Energiebereitstellung über zentrale Batteriewechselstationen in einem solchen Anwendungskontext weiterhin auf dem Prüfstand und muss gegenüber einer Kontaktierung der





Elektrofahrzeuge an ausgewiesenen Wartepositionen erwogen werden. Es ist klar, dass für das Batteriewechselkonzept weitere energiewirtschaftliche Aspekte zum Tragen kommen müssen, die ein Manko im Performancevergleich zum Laden der Elektrofahrzeuge „on-the-fly“ wettmachen. Es soll darauf hingearbeitet werden aufzuzeigen, dass nicht etwa die Fahrzeugbatterien bei Stillständen an festen Stellen im geschlossenen Logistiksystem kontaktiert und während der Einsatzzeit geladen werden können. Zudem wird insbesondere eine Abgrenzung zu routengeführten Fahrzeugflotten wie zum Beispiel im städtischen Buslinienverkehr vorgenommen, was ebenfalls als ein höchst spannendes Einsatzgebiet für Elektrofahrzeuge im Wirtschaftsverkehr zu sehen ist.

## Daten zum Projekt

### Vorhabenbezeichnung:

BESIC: Batterie-Elektrische Schwerlastfahrzeuge im intelligenten Containerterminalbetrieb

### Fördernde Stelle:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, BMWi

### Förderkennzeichen:

O1ME12095

### Laufzeit des Vorhabens:

01.01.2013 – 31.12.2015

### Berichtszeitraum:

01.01.2013 – 31.12.2013

### Verantw. Projektleiter:

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans-Jürgen Appelrath

### Projektkoordinator:

Dipl.-Inform. Serge A. Runge

E-Mail: [serge.runge@efzn.de](mailto:serge.runge@efzn.de)

Internet: [www.efzn.de](http://www.efzn.de)



Hans-Jürgen  
Appelrath



Serge A. Runge

## Drilling Simulator Celle

Die Technische Universität Clausthal errichtet am Standort Celle einen „Drilling Simulator“ zur wissenschaftlichen Erprobung neuartiger Bohrtechniken, den weltweit modernsten und leistungsfähigsten Simulator seiner Art für Tiefbohrforschung. Der symbolische Spatenstich erfolgte im Dezember 2012 durch die damalige niedersächsische Wissenschaftsministerin Professor Dr. Johanna Wanka.

Im Mai 2013 wurde der Grundstein gelegt (Abbildung 2). Niedersachsen stellt aus dem für das Land vorgesehenen Fördertopf des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) rund 5 Millionen Euro für den Bau des „Drilling Simulator Celle“ (DSC) bereit. Aus Landesmitteln kommen noch einmal rund 4 Millionen Euro dazu, mit denen auch die Ersteinrichtung finanziert wird. Die TU Clausthal trägt 700.000 Euro Eigenanteil. Daneben unterstützen die Stadt Celle und der Verein GeoEnergy den Aufbau des Forschungszentrums mit weiteren Mitteln.

Innerhalb der TU Clausthal ist der DSC wissenschaftlich und organisatorisch dem EFZN in Goslar zugeordnet. Federführend für den Aufbau des DSC ist das Institut für Erdöl- und Erdgastechnik (ITE) der TU Clausthal beteiligt. Mit seinen vier Fachabteilungen für Bohr- und Produktionstechnik, Lagerstättentechnik, Gasversorgungssysteme und Geothermale Energiesysteme und optimierte Integration deckt das Institut nahezu den gesamten Umfang der Forschung und Lehre im Bereich des „Petroleum Engineering“ ab. Über das Großprojekt gebo und andere Vorhaben bestehen enge Verbindungen zwischen dem ITE und dem Simulationswissenschaftlichen Zentrum (SWZ). Mit Hilfe des DSC sollen hochinnovative Ansätze zur Erschließung des geologischen Untergrundes erforscht werden. Neuartige Ansätze zur Boh-

rungsherstellung werden in Versuchsständen zum Teil maßstäblich ausgeführt und experimentell untersucht. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen für die Entwicklung und Weiterentwicklung von Modulen genutzt werden, um die



Prozesse der Bohrungsherstellung quantitativ zu beschreiben. Mittels der im Simulator zusammengeführten Module werden thermische, hydraulische, mechanische und chemische Prozesse und deren Wechselwirkungen modelliert und geplante Bohrungen bereits vorab virtuell durchgeführt.

Mit dem DSC schlagen die TU Clausthal und ihre Forschungspartner eine Brücke von der Wissenschaft zur Wirtschaft, indem sie sich mit diesem zukunftsorientierten Projekt direkt in ein einschlägig geprägtes Industrieumfeld begeben. Durch

den Bohrtteststand wird die hohe Kompetenz auf diesem Gebiet unterstrichen. Ziel ist es, technische Verfahren zu entwickeln, um schneller und wirtschaftlicher in tiefe geologische Schichten vorzustoßen.

Der DSC schafft eine Forschungsplattform, die zwei Ebenen miteinander verknüpft – eine „reale“ und eine „virtuelle“. Die realen Testanlagen in Celle („hardware-in-the-loop“) bestehen unter anderem aus einem Bohrautoklaven für experimentelle Untersuchungen von Bohrprozessen an realen Gesteins-Proben unter ähnlichen geother-

Abbildung 1: 3D-Darstellung zum geplanten Gebäude des Drilling Simulators in Celle





mischen Bedingungen sowie einem horizontalen „flow loop“ für Untersuchungen zum Bohrkleintransport, Fluidodynamik und Werkzeuginteraktion. Damit werden auf experimentellem Wege, angewandte Forschung und Grundlagenuntersuchungen, beispielsweise zum Bohrkleintransport, der Bohrstrangdynamik oder der Funktionsweise von Bohrwerkzeugen et cetera, durchgeführt.

Am DSC werden zudem Forschung und Entwicklungen gemeinsam mit dem Simulationswissenschaftlichen Zentrum am Standort Clausthal durchgeführt. Das Ziel ist klar definiert: die theoretischen Modellierungen der Prozesse während des Bohrvorgangs sollen substantiell erweitert werden. Dabei liegt der Schwerpunkt der Arbeiten in Celle auf der Durchführung von grundle-



Abbildung 2: Grundsteinlegung (von links) – Dirk-Ulrich Mende, Oberbürgermeister der Residenzstadt Celle, Professor Dr. Thomas Hanschke, Präsident der TU Clausthal und Michael Brassel, Leiter des Staatlichen Bau-managements Südniedersachsen

genden experimentellen Untersuchungen. Mit den dort aufzubauenden Versuchseinrichtungen besteht die einzigartige Möglichkeit, reproduzierbare und genau definierte Bedingungen für experimentelle Untersuchungen zu schaffen (sogenannten „generic experiments“), was letztlich Grundvoraussetzung ist, gesicherte Erkenntnisse und Daten zur Formulierung neuer theoretischer Modelle und deren Validierung zur Verfügung zu stellen. An der Tiefbohrversuchsanlage in Celle sollen nach Beginn der Aufbauphase 15 Wissenschaftler forschen. Für die wissenschaftliche Betreuung wird eine Professur Hochleistungsbohrtechnik und Bohrlochmodellierung an der Clausthaler Fakultät für Energie- und Wirtschaftswissenschaften eingerichtet.

Der geologische, durch Bohrungen aufgeschlossene Untergrund, wird in Zukunft einen größeren Beitrag zur Energieversorgung leisten. Zur bisherigen Nutzung, etwa der Gewinnung von Wasser, Erdöl und Erdgas aus konventionellen Lagerstätten oder der saisonalen Speicherung von Erdgas, werden weitere Verwertungsmöglichkeiten hinzukommen. Dies sind die Gewinnung geothermischer Energie, die Speicherung etwa von Druckluft oder Wasserstoff, die Entwicklung unkonventioneller Öl- und Gasvorkommen, der Neuaufschluss verfüllter Ölfelder sowie die Entwicklung von Lagerstätten unter schwierigen Umweltbedingungen.

Mit dem DSC findet der Forschungsverbund gebo (s)eine Verstetigung. Ein wesentliches Ziel wird es sein, technische Verfahren zu entwickeln, um geothermische Energie aus tiefen geologischen Schichten künftig wirtschaftlich gewinnen zu können. Damit darf sich der DSC als ein Ergebnis des Forschungsverbundes gebo verstehen.

## Daten zum Projekt

### **Vorhabenbezeichnung:**

Drilling Simulator Celle (DSC)

### **Fördernde Stelle:**

Europäischer Fond für Regionale  
Entwicklung Niedersachsen  
Land Niedersachsen  
TU Clausthal  
Stadt Celle  
GeoEnergy e.V.

### **Verantw. Projektleiter:**

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck  
Dr. Catalin Teodoriu

### **Projektkoordination:**

Dipl.-Ing. Ralf Peix  
Dr. Jens-Peter Springmann

**E-Mail:** vorsitzender@efzn.de  
catalin.teodoriu@tu-clausthal.de



Hans-Peter Beck



Catalin Teodoriu



Ralf Peix



Jens-Peter Springmann

# ENSEA: Die Europäische Nordsee-Energie-Allianz

Die europäische Nordsee-Energie-Allianz (European North Sea Energy Alliance, ENSEA) ist im Programm „Capacities“ des 7. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission angesiedelt. ENSEA startete am 01. Oktober 2012 und hat eine Laufzeit von drei Jahren. Finanziell unterstützt die EU das Projekt mit rund drei Millionen Euro im Rahmen des Programms „Wissensregionen“ (Regions of Knowledge, RoK).

Die Hauptziele von ENSEA sind eine verbesserte transnationale Zusammenarbeit zwischen öffentlichen, privaten und akademischen Einrichtungen („Triple Helix“), die Wissenserweiterung zur Energiesystemintegration und zum Bedarfsmanagement. Darüber hinaus arbeiten die europäischen Partner an einem Gemeinsamen Aktionsplan, um über Leuchtturmprojekte die Nordseeregion zu einer Exzellenzregion für erneuerbare Ener-

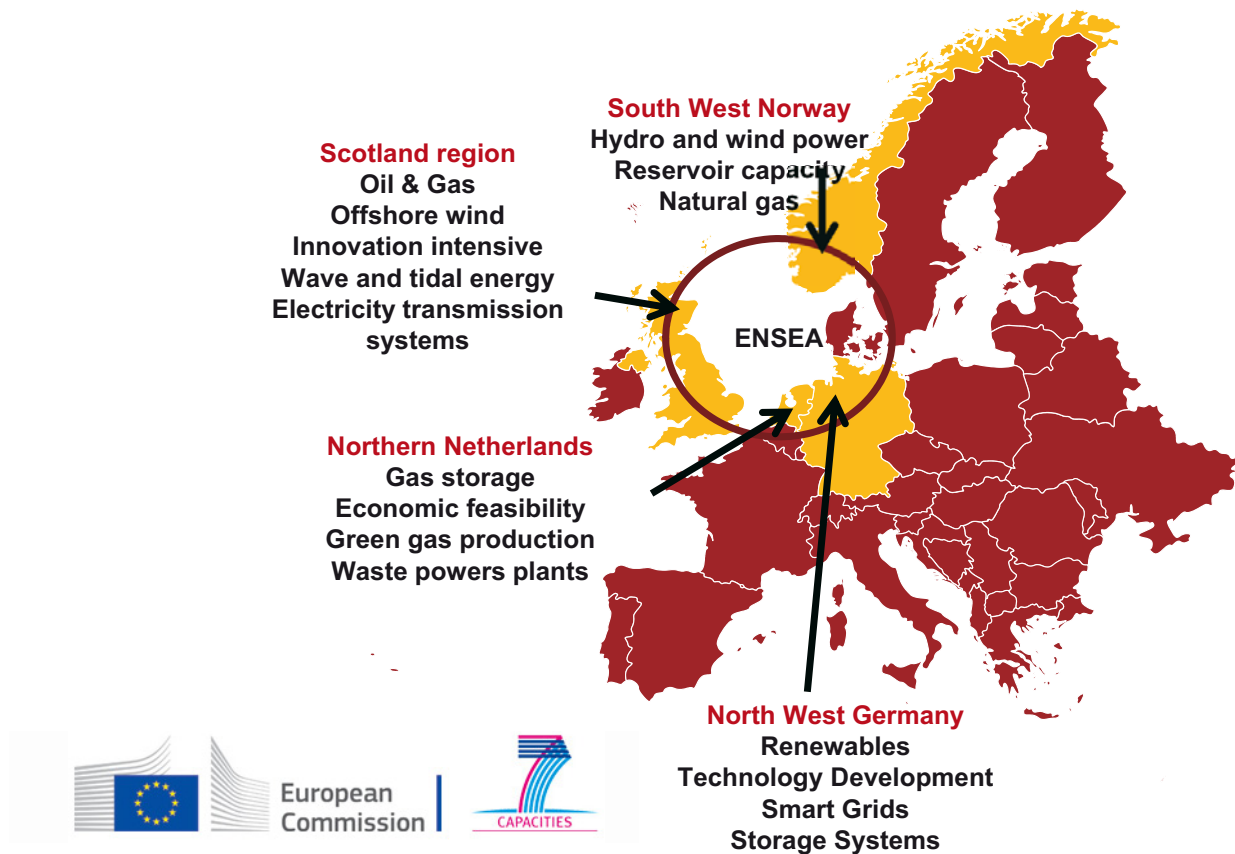


Abbildung 1: Partnerregionen und -expertise im grenzüberschreitenden europäischen Verbund



gien auszubauen, da sich die Küste der Nordsee rasant zu einem der Energie-Hotspots in Europa entwickelt. Als größte europäische Produktionsstätte stehen der Süden von Norwegen, der Norden von Deutschland, die Nordniederlande sowie der Osten von Schottland im Mittelpunkt dieser Entwicklung. Alle teilnehmenden ENSEA-Regionen verfügen über enge Verbindungen zwischen Hochschulen, Industrie und regionalen Behörden. Dennoch benötigen die europäischen Herausforderungen mehr „kritische Masse“ (Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Bildung, Pilotanlagen, Leuchtturmprojekte, Demonstrationsprojekte), um die Erkenntnisse und Informationen rechtzeitig zur Verfügung zu stellen und das Energiesystem nach der politischen Agenda zu modernisieren. Verbesserungen in der Energietechnologie können die Bereitstellungskosten für Energie erheblich reduzieren und gleichzeitig die Qualität der Energiedienstleistungen erhöhen. Gleichwohl ist der gegenwärtig gängige Ansatz fragmentiert und führt durch die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen Energieproduktion, Verteilung und Verbrauch zu ineffizienter Ressourcennutzung. Zur Erreichung des EU-Zieles – hin zu einer ressourceneffizienten und kohlenstoffarmen Wirtschaft im Jahre 2050 – ist es unabdingbar, einen integrierten und formalisierten internationalen Ansatz zu verfolgen und Lösungen für die Umsetzung der Energiewende zu schaffen (siehe Abbildung 1).

### **Systemintegration und Balancing fossiler und erneuerbarer Energiequellen**

Der Anteil an erneuerbaren Energien im europäischen Energiesystem muss schnell ansteigen, um die Klima-, Energie- und Nachhaltigkeitsziele der EU zu erreichen. Das System der zukünftigen Energiebereitstellung wird sich grundlegend vom heutigen System unterscheiden. Generell wird der Anteil volatiler Energieproduktion aus erneuerbaren Energieträgern signifikant ansteigen. In Nordwesteuropa wird insbesondere eine starke Zunahme von Offshore-Windenergie aus der Nordsee erwartet. Diese landet an der niederländischen und deutschen Küste an. Desweiteren tragen zu einem späteren Zeitpunkt Wellen- und

Gezeitenkraftwerke zur Energieproduktion bei. Ein weiterer beträchtlicher Teil der Energieproduktion aus Erneuerbaren wird von skandinavischer Wind- und Wasserkraft erwartet. Wasserkraft steht für 15 % der gesamten europäischen Elektrizitätsproduktion. Dabei ist Norwegen weltweit der sechst größte Produzent von Wasserkraft. Zudem wird weitere Energie lokal produziert etwa durch Wärme-, Kälte- und Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK), Biomasse, Biogas sowie dezentraler Energieproduktion.

Das gegenwärtige Energiesystem ist nicht in der Lage, die fossilen Energieressourcen mit dem steigenden Anteil aus erneuerbaren und dezentralen Energieproduktionsstätten auszutariieren. Es gibt derzeit keine kosteneffiziente Lösung zur Speicherung von Strom. Der Fokus liegt auf Systemintegration zur effizienten Nutzung europäischer Energieressourcen.

#### **Projektpartner**

##### **Projektkoordination:**

- Energy Valley Foundation, Groningen, Niederlande

##### **Forschungsstellen:**

- Hanze University Groningen, Niederlande
- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
- University Stavanger und Centre for sustainable energy solutions (cenSE), Norwegen
- University Strathclyde mit Energy Technology Partnership (ETP), Schottland

Balancing bedeutet vor diesem Hintergrund, den steigenden Anteil fluktuierender und dezentraler Energieproduktion durch das schnelle Zuschalten – ‚back-up‘ – von insbesondere Gaskraftwerken (Biogas und Erdgas) innerhalb des Stromnetzes zu stabilisieren. Weiterhin sind zusätzliche Speichersysteme notwendig, um eine konstante Strombereitstellung zu gewährleisten. Zugleich ist ein Energiemanagementsystem im Zuge des Ausbaus des Stromnetzes notwendig. All diese Innovationen und Systemneuerungen bedürfen eines holistischen Blicks auf das gesamte Energiesystem, den Austausch von Kompetenz und

Wissen innerhalb verschiedener Expertisefelder und die Kombination von technischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekten im internationalen Kontext.

### Strategische Ausrichtung und Ziele der European North Sea Energy Alliance (ENSEA)

ENSEA zielt darauf ab, ein europäisches Netzwerk aufzubauen und durch das Zusammenführen von Energie Know-how sowie durch das Abstimmen von regionalen, nationalen und europäischen For-

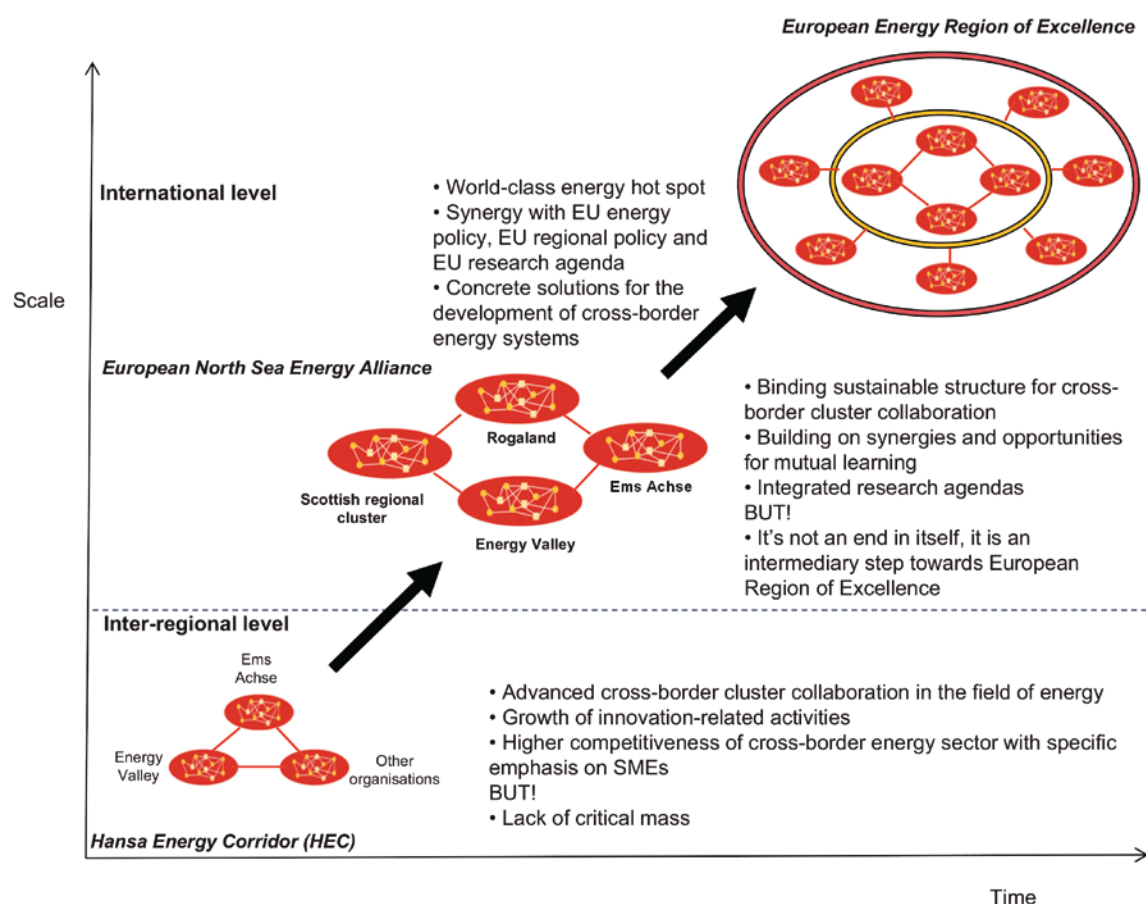


Abbildung 2: Strategische Ausrichtung des ENSEA-Verbundes – hin zu einer europäischen Exzellenzregion für Energie



Abbildung 3: Die ENSEA-Vertreter der vier europäischen Regionen anlässlich des Kick-off-Meeting in der Meyer Werft Papenburg

schungsprogrammen eine bessere Koordinierung und Praxisumsetzung von Forschungsergebnissen zu ermöglichen. Damit soll ein signifikanter Beitrag zur Erreichung der vorab dargestellten Systemintegration geleistet werden.

Das EFZN ist Partner in ENSEA und verkörpert den wissenschaftlichen Teil der „Triple Helix“ Struktur im niedersächsischen Cluster. Mit dem ENSEA-Verbund treibt das EFZN seine Internationalisierungsstrategie mit dem Ziel voran, funktionsfähige Strukturen zur Einwerbung von EU-Mitteln und zur Bildung einer „European Energy Region of Excellence“ zu entwickeln. Gemeinsam mit der Wachstumsregion Ems-Achse ist das EFZN Partner in allen Arbeitspaketen und steuert das Projektkonsortium im Arbeitspaket 3 (Gemeinsame Aktionspläne – Joint Action Plans).

Die langfristige Vision der beteiligten ENSEA-Regionen ist es, eine europäische Energie-Exzellenzregion zu entwickeln (Abb. 2). Die angestrebte grenzüberschreitende Struktur wird sowohl die sogenannte „Triple Helix“ repräsentieren als auch die Integration von politischer Unterstützung (top-down) und thematischer Zusammenarbeit (bottom-up) durch das Abgleichen der Forschungs-Agenden gewährleisten. Durch die Bündelung der Kräfte werden sich die Nordsee Küstengebiete zusammen mit den Ostsee-Küstenregionen zu einem europäischen Hot-Spot von Energie-Investitionen entwickeln,

was wiederum finanzielle Mittel für die Grundlagen- und angewandte Forschung in den teilnehmenden Regionen und weitere Innovationen mit sich zieht.

### Projektaufbau

Die Projektarbeit in ENSEA ist in fünf Arbeitspakete (work packages, WP) aufgeteilt.

1. WP1: Management und Koordination
2. WP2: Strukturanalyse der regionalen Cluster und Integration der Forschungsagenden
3. WP3: Definition eines Gemeinsamen Aktionsplans (Joint Action Plan, JAP)
4. WP4: Maßnahmen zur Umsetzung eines Gemeinsamen Aktionsplans
5. WP5: Nutzung und Verbreitung der Ergebnisse

### Partner des EFZN im ENSEA Konsortium

#### Energy Valley – Niederlande

Die Energy Valley Stiftung ist eine Regionalentwicklungsorganisation, deren Fokus auf der Entwicklung des Energiesektors insbesondere bei der Überführung hin zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft liegt. Die Stiftung wird sowohl durch den privaten als auch den öffentlichen Sektor gefördert. Die Energy Valley-Region umfasst die Provinzen Drenthe, Friesland, Groningen und den nördlichen Teil von Nordholland. Darüber hinaus





Abbildung 4: Regelmäßiger direkter Austausch zwischen den internationalen Projektpartnern wie hier zwischen Vertretern von Energy Valley Groningen und des EFZN ist ein entscheidender Teil des ENSEA-Projekts.

leisten sechs Stadtverwaltungen in der Region einen finanziellen Beitrag. EV ist strukturiert über verschiedene Abteilungen: Biobasierte Energie & Biogas, Stromproduktion und Balancing, Smart Grids, Forschung, Bildung und Internationalisierung.

Weiterhin hat Energy Valley strategische Partnerschaften zu Wissenseinrichtungen innerhalb der Region aufgebaut. Dadurch können sich die verschiedenen Partnerorganisationen von Energy Valley mit den jeweiligen Kernkompetenzen und Expertisen anderer Partner austauschen und so zum Gelingen von ENSEA beitragen.

#### **Rogaland, Norwegen**

Das Rogaland Konsortium besteht aus drei Part-

nern aus Wissenschaft, Industrie und öffentlichen Einrichtungen.

Der regionale Koordinator für das Projekt ENSEA ist die Universität Stavanger, die Arbeitsausführung wird vom Zentrum für Nachhaltige Energielösungen (cenSE) geleistet. Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von cenSE umfassen sowohl erneuerbare als auch fossil basierte Energieträger. Ziel ist es, den Wissenstransfer von einer stark erdölfokussierten Region hin zu neuen Energiealternativen durchzuführen. Die derzeit laufenden Projekte von cenSe befassen sich hauptsächlich mit den Themen Systemintegration und intelligentes Kraftwerksmonitoring.

Die Regionalverwaltungen von Lyse und Rogaland gehören ebenfalls zum cenSE Zentrum für

Nachhaltige Energielösungen und sind wichtige Partner im lokalen Energiecluster.

### **Wachstumsregion Ems-Achse, Deutschland**

Der Ems-Achsen-Cluster besteht aus ca. 350 Unternehmen, 59 lokalen Behörden, 25 Bildungs- und Forschungseinrichtungen sowie 8 Handelsverbänden und Handelskammern. Ziel der Wachstumsregion Ems-Achse ist die Profilierung einer gemeinsamen Wirtschaftsregion bei gleichzeitiger Stärkung des Wirtschaftswachstums und Schaffung von zusätzlichen Arbeitsplätzen. Dies geschieht über die Entwicklung von Projekten und die Verbesserung der Kommunikation zwischen den Unternehmen und die Vernetzung aller am Wirtschaftsprozess Beteiligten.

Hierbei profitiert die Wirtschaftsregion Ems-Achse von der engen und vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Kommunen und Hochschulen, um Entscheidungswege kurz zu halten und einen Technologie- und Wissenstransfer zu beschleunigen.

### **Energy Technology Partnership (ETP) Schottland**

Die Energy Technology Partnership (ETP) ist ein Zusammenschluss von 12 unabhängigen schottischen Universitäten. Der Fokus von ETP liegt auf den 4 Hauptaktivitäten: Aufbau von Kapazitäten, Aufbau von strategischen Partnerschaften, Internationalisierung, Wirtschaftliche Entwicklung.

Mit ca. 250 Wissenschaftlern und 600 Forschern ist ETP die größte und am breitesten aufgestellte Strom- und Energiepartnerschaft in Europa. Die Mitglieder von ETP sind entweder als Projektkoordinator oder als Projektpartner in energiebezogenen F&E Programmen und Investments in Höhe von 300 Millionen Pfund Sterling tätig. Die Aktivitäten umfassen das gesamte Spektrum des Energiesektors: Öl und Gas, Stromproduktion, erneuerbare Energieträger sowie alle Aspekte der F&E Pipeline, von Konzept- und Machbarkeitsstudien bis hin zu angewandter Forschung, Testen, Entwicklung, Demonstration und kommerzielle Umsetzung.

## **Daten zum Projekt**

### **Vorhabenbezeichnung:**

ENSEA (European North Sea Energy Alliance)

### **Fördernde Stelle:**

Programm „Capacities“ des 7. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission

### **Förderkennzeichen:**

FP7-REGIONS-2012-CT2012-320024-ENSEA-320024

### **Laufzeit des Vorhabens:**

01.10.2012–30.09.2015

### **Berichtszeitraum:**

01.10.2012–31.12.2013

### **Internationale Projektleitung:**

Dr. Koos Lok, Energy Valley Foundation, Groningen

### **Projektentwicklung EFZN:**

Dr. Wolfgang Dietze  
Dr. Jens zum Hingst

### **Projektkoordinator EFZN (seit Mai 2013):**

Dr. Knut Kappenberg

**E-Mail:** knut.kappenberg@efzn.de

**Internet:** www.ensea.biz



Koos Lok



Knut Kappenberg

# Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der Systemsicherheit

Die Stabilität und Zuverlässigkeit der Stromversorgung ist gegenwärtig von der Dominanz zentraler und leistungsstarker Kraftwerke, einer großen Reservekapazität von schnell aktivierbaren Spitzenlastkraftwerken, den Eigenschaften elektromechanischer Synchronmaschinen und leistungsfähigen Transport- und Verteilnetzen geprägt. Außer wenigen, großen Pumpspeicherkraftwerken kommen so gut wie keine Energiespeichereinheiten in der Stromwirtschaft zum Einsatz. Die Struktur der Stromversorgung wird sich langfristig deutlich verändern. Im Speziellen ist die zunehmende dezentrale, kleinteilige und

umrichterdominierte Einspeisung aus erneuerbaren, meist fluktuierenden Energiequellen bei gleichzeitiger Verdrängung konventioneller Großkraftwerke zu nennen. Die Konsequenzen dieses langfristigen Veränderungsprozesses im Hinblick auf die Sicherheit und Stabilität der Versorgung sind bereits kurzfristig relevant.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im September 2012 das EFZN beauftragt, im Rahmen einer Kurzstudie aufzuzeigen, welche Speichertechnologien verfügbar und geeignet sind, einen Beitrag zur Sta-

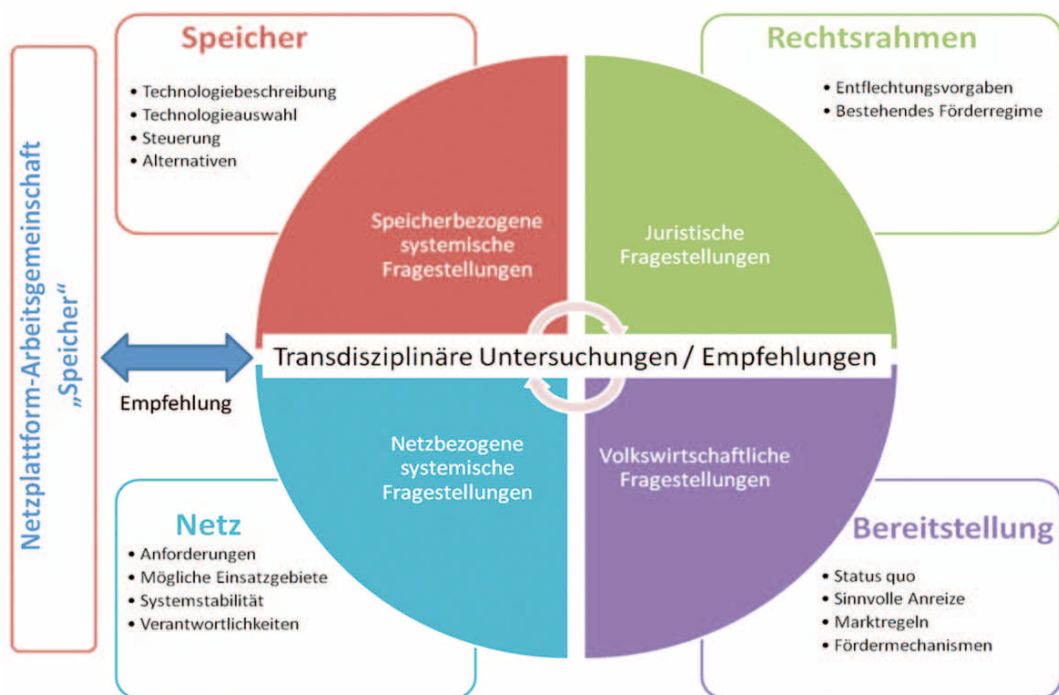


Abbildung 1: Disziplinübergreifende Projektstruktur sowie zentrale Elemente der Betrachtung



bilität und Sicherheit der zukünftigen Stromversorgung zu leisten. Zur Durchführung dieser Studie ist am EFZN ein disziplinübergreifendes Projektteam entsprechend Abbildung 1 gebildet worden.

Zur Beantwortung der zentralen Fragestellung wurde zunächst der Begriff der Systemsicherheit entsprechend Abbildung 2 in die Begriffswelt der Energiewirtschaft eingeordnet. Dabei wird die Systemsicherheit als Bewahrung eines stabilen und zulässigen Systemzustands definiert. Im Speziellen ist gemeint, dass Störeinflüsse auf das System sicher beherrscht werden können und ein sicheres Zusammenspiel der Systembereiche Erzeugung, Handel und Netzbetrieb gewährleistet wird. Bisher existiert keine Messgröße, die direkt den Grad der Systemsicherheit angibt. Hier könnte zum Beispiel die Schaffung eines allgemein anerkannten Index zukünftig sinnvoll sein.

### Technischer Untersuchungen und ausgewählte Ergebnisse

Die Studie zeigt zum Einen mögliche, die Systemsicherheit beeinflussende Einsatzfelder für Speichertechnologien auf. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die Präqualifikationsanforderungen für Speicher zur Erbringung von Systemdienstleistungen gelegt und wichtige Eckdaten determiniert. Dies sind bspw. die Höhe der minimal einzuspeisenden Wirkleistung, die minimal zu realisierende Erbringungsdauer und der Leistungsgradient. Außerdem wurden mögliche Hemmnisse für einen Speichereinsatz zur Erbringung von Systemdienstleistungen aufgezeigt. Dabei sind vor allem bei der Primärregelleistung die Erbringungsdauer und bei der Sekundärregelleistung die Höhe der Einspeiseleistung möglicherweise kritisch zu bewerten. Diesen Hemmnissen kann bspw. durch das „Anlagenpooling“ von Speichern und der Möglichkeit zur Besicherung der ausgeschriebenen Regelleitungen durch Anlagen Dritter begegnet werden. Eine Kenngröße für den zukünftig ggf. notwendigen Speichereinsatz ist die zu erwartende Überschussenergiemenge, die sich aus der Einspeisung von erneuerbaren Energiequellen und sicherheitsrelevanten „Must-Run-Einheiten“ ergibt. Hinsichtlich des zukünftigen



Abbildung 2: Einordnung des Begriffs Systemsicherheit (in weißer Schrift ist der zukünftig zu erwartende wichtige Baustein „Speicher“ kenntlich gemacht)

Regelenergiebedarfs kann festgehalten werden, dass dieser bei einem weiteren EE-Ausbau voraussichtlich ansteigen wird, allerdings ist hier nicht mit einem proportionalen Wachstum zu rechnen. Welche Technologien/Optionen zu welchem Zeitpunkt welche Beiträge zur Lösung dieser Herausforderung erbringen können, ließ sich im Rahmen dieser Studie nicht ableiten und hängt auch von dem Einsatz alternativer Flexibilitätsoptionen wie dem Netzausbau ab.

Zum Anderen wurde parallel zur Untersuchung der Einsatzgebiete auf die derzeit bekannten Technologien zur Speicherung elektrischer Energie eingegangen. Hierbei wurden die charakteristischen Eigenschaften mechanischer, elektrischer, elektrochemischer und auch stofflicher Speicher hinsichtlich der möglichen Speicherkapazitäten, ihrer Leistungsbereiche und -gradienten aufgezeigt.

Elektrische (DSK, SMES) und elektrochemische Speicher besitzen bisher nicht das Potential für einen marktfähigen Betrieb. Weiterentwicklungen insbesondere der Lithium-Batterietechnik, der Redox-Flow-Batterien sowie der Metall-Luft-Batterien lassen auf große Speichersysteme (>1 GWh) bei Kosten bezogen auf den Energieinhalt vergleichbar zu Pumpspeicherwerken hoffen. Pumpspeicherwerke lassen sich unter gewissen

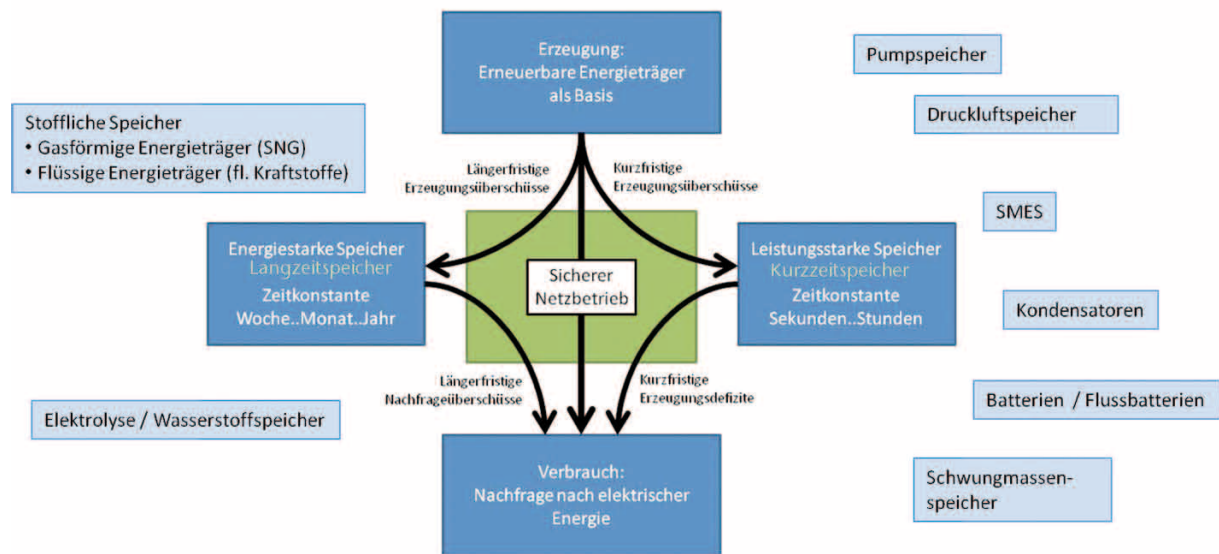


Abbildung 3: Einordnung relevanter und untersuchter Speichertechnologien

Rahmenbedingungen wirtschaftlich betreiben, jedoch ist wenig weiteres Ausbaupotential vorhanden. Die bisher einzigen großen industriell genutzten Druckluftspeicherkraftwerke werden in McIntosh sowie in Huntorf betrieben. Sie besitzen jedoch einen relativ schlechten Wirkungsgrad von etwa 50 %. Adiabate Speicher oder Speicher mit zusätzlichem Wärmespeicher zur Erhöhung des Wirkungsgrades auf 70 % befinden sich noch im Forschungsstadium. Die stoffliche Speicherung lässt die notwendigen Potentiale zur Speicherung großer Energiemengen erwarten, die in zukünftigen Energiesystemen für den saisonalen Ausgleich an Bedeutung gewinnen werden. Derzeit befinden sich aber sowohl die großtechnische Elektrolyse als auch die Wasserstoffspeicherung in Kavernen oder in Druckspeichern noch im Forschungsstadium. Die Speicherung im Erdgasnetz, welche ein großes Potential besitzt, ist technisch mit großen Herausforderungen verbunden.

Zur Einordnung der Speichertechnologien in das gesamte Energiesystem werden auch andere Flexi-

bilisierungsoptionen wie die Steuerung der Nachfrage nach elektrischer Energie (Demand Side Management) zur Verringerung des Speicherbedarfs, das Erzeugungsmanagement oder der flexible Betrieb konventioneller Kraftwerke vorgestellt. Der Energieimport und -export bieten eine weitere Option zum Ausgleich fluktuierender Differenzen von Stromangebot und -nachfrage.

Die oben genannten Speichertechnologien befinden sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt teilweise noch im Entwicklungsstadium. Deren Einsatz im Elektroenergiesystem ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig, wie z. B. der Geschwindigkeit des Netzausbaus oder des weiteren Zubaus der erneuerbaren Energien. Auf der Basis des derzeitigen Wissens können daher keine objektiven und belastbaren Aussagen darüber getroffen werden, welche Speichertechnologien zu welchem Zeitpunkt erforderlich werden. Wird z. B. eine starke Flexibilisierung des konventionellen Kraftwerkspark als Übergangstechnologie vorgenommen, lässt sich die Notwendigkeit eines Speichereinsatzes

zes zeitlich nach hinten verschieben. Einen ähnlichen Effekt würde ein verstärkter Einsatz des Demand-Side- und Erzeugungs-Managements bewirken.

Im weiteren Projektverlauf wurden die Ergebnisse beider Untersuchungen verschnitten und somit eine Zuordnung von Speichertechnologien und Einsatzgebieten vorgenommen und einer Bewertung unterzogen. Als wesentliche Aussagen der technischen Analysen lassen sich zusammenfassen, dass Batteriespeicher in nahe liegender Zukunft erfolgreich am Primärregelenergiemarkt tätig werden können. Ebenfalls können Batteriespeicher einen Beitrag zur Schwarzstartfähigkeit von Kraftwerken und zur Spannungshaltung in der Nieder- und Mittelspannungsebene leisten. Sehr schnelle Speicher, wie vor allem Schwungmassenspeicher können durch Erbringung der Momentanreserve die Netzsicherheit und Systemstabilität erhöhen. Alle diese Speicher müssen jedoch innerhalb eines Anlagenpools am Regelleistungsmarkt agieren. Weitere Flexibilisierungsmaßnahmen wie Demand Side Management und Erzeugungsmanagement erfüllen die vorgelegten Bewertungskriterien zur Erbringung von Systemdienstleistungen aus Sicht der Netz- und Systemsicherheit nicht hinreichend. Deren Einsatz zur Teilnahme am Regelleistungsmarkt ist daher Speichertechnologien unter bestimmten Bedingungen unterzuordnen. Neben den Systemdienstleistungen stellt auch die Beseitigung von Netzengpässen eine sicherheitsrelevante Komponente dar.

Generell können zentrale und dezentrale Speicher durch ein intelligentes Verhalten einen positiven Beitrag für das Übertragungs- und das Verteilnetz leisten (netzdienlicher Speicherbetrieb). Hierunter fallen lokale Effekte wie die aktive Spannungsstützung durch lokale Blindleistungsbereitstellung, die Reduktion bzw. die Verzögerung von Netzausbaumaßnahmen sowie die Reduktion von Verlusten. Des Weiteren können Speicher im Anlagenverbund Regelleistung bereitstellen oder durch die Reduktion der lastseitigen Abendspitze die Notwendigkeit konventioneller Spitzenlastkraftwerke verringern und somit für das Energiesystem global systemstabilisierend wirken.

## Rechtlicher Untersuchungsgegenstand und ausgewählte Ergebnisse

Hinsichtlich der Fragestellung nach einer sinnvollen und zulässigen Wahl eines Speicherbetreibers ist aus technischer Sicht kein Modell zu präferieren. Aus dem ebenfalls durchgeführten rechtlichen Untersuchungsgang ergibt sich, dass im Hinblick auf die Vorgaben zur Entflechtung von Stromspeicheranlagen verschiedene Konstellationen differenziert zu betrachten sind. Geboten ist eine Differenzierung

- nach dem Zweck der Speichernutzung (für Netzbetrieb, Erzeugung, Handel/Vertrieb oder eigenständig),

### Projektpartner

#### Forschungsstellen:

- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
- Institut für Elektrische Energietechnik, TU Clausthal
- elenia-Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen, Fachgebiet Komponenten nachhaltiger Energiesysteme, TU Braunschweig
- Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik, Fachgebiet Elektrische Energieversorgung, Universität Hannover
- Institut für Wirtschaftswissenschaft, Abteilung für VWL, insbes. Makroökonomik, TU Clausthal
- Institut für Chemische Verfahrenstechnik, TU Clausthal
- Institut für deutsches und internationales Berg- und Energierecht, TU Clausthal

#### In beratender Funktion:

- Dr.-Ing. habil. Uwe Düsterloh
- Prof. Dr.-Ing. Leonhard Ganzer
- Prof. Dr. techn. Reinhard Leithner
- Prof. Dr.-Ing. Joachim Müller-Kirchenbauer



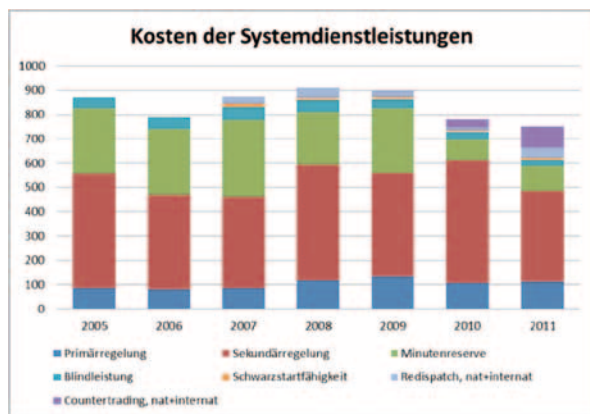


Abbildung 4: Von der Bundesnetzagentur ausgewiesene und anerkannte Ausgaben der Übertragungsnetzbetreiber für die Bereitstellung von Systemdienstleistungen

- nach dem Blickwinkel der Entflechtungsprüfung (Entflechtung des Netzes oder Entflechtung des Stromspeichers)
- sowie nach den unterschiedlichen Entflechtungsarten (informatorisch, buchhalterisch, rechtlich, operationell, eigentumsmäßig).

Zur Bestimmung der im konkreten Fall geltenden Entflechtungsvorgaben ist vor allem danach zu unterscheiden, welcher Zweck mit dem Betrieb des Stromspeichers verfolgt wird. Bislang noch offen sind die hierfür relevanten Fragen, ob die Stromspeicherung auch als Erzeugung eingeordnet werden kann und wie der Betrieb von sog. Power-to-Gas-to-Power-Anlagen zu behandeln ist.

### Ökonomische Analysen und ausgewählte Ergebnisse

Die weiterhin durchgeführten ökonomischen Untersuchungen zeigen, dass die Investitionskosten von Speichern nur schwer abzuschätzen sind, da viele Technologien bislang nur im Labormaßstab existieren. Die Gesamtkosten variieren stark mit der technischen Auslegung und der Betriebsweise. Diese umfasst jedoch ein breites Spektrum unterschiedlicher Einsatzgebiete und wechselnder Strategien. So kann bspw. die Teilnahme an

Regelenergiemärkten für einen alleinstehenden Speicher andere Fahrweisen erfordern als der Betrieb im Pool mit Kraftwerken. Ohne umfangreiche Marktsimulationen sind derzeit erste fundierte Angaben zu den Betriebskosten von Speichern nicht möglich. Die Bestimmung einer günstigsten Technologie wird zudem dadurch erschwert, dass es keine Technologie gibt, die alle abzudeckenden Einsatzbereiche abdecken kann. Eine ausführliche Beschreibung der derzeitigen Ausgaben für den Erhalt der Systemsicherheit ist vorgenommen worden.

Zum Abschluss wird die Bereitstellungslogik der Systemsicherheit untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass die bestehenden Regelungen zum Erhalt der Systemsicherheit grundsätzlich funktionieren. Jedoch wurden zahlreiche Problemfelder identifiziert, welche die marktgeführte Bereitstellung von Systemdienstleistungen beeinträchtigen und den Bedarf an Sicherungsinstrumenten durch zusätzliche Netzbelastungen unnötig erhöhen. Ein schwerwiegendes Problem ist das Marktversagen im Bereich der europaweiten Bereitstellung von Systemdienstleistungen. Die fehlende Koordination der nationalen Versorgungsstrategien eröffnet Spielräume zur Externalisierung von Kosten. Allein aus diesem Motiv heraus lässt sich die ökonomische Notwendigkeit staatlichen Handelns zur Überarbeitung der geltenden Marktregeln rechtfertigen. In der bestehenden Marktstruktur ist ohne eine derartige Marktordnungspolitik kaum damit zu rechnen, dass Betreiber und Technologien, die durch eine hohe Kapitalintensität und hohe irreversible Kosten geprägt sind, am Markt eine Chance haben. Da die zukünftige technologische Entwicklung in allen für die Systemsicherheit relevanten Bereichen nur bedingt prognostizierbar ist, gleichzeitig aber die objektive Notwendigkeit von Maßnahmen zur Sicherung der Versorgungssicherheit aufgrund der Herausforderungen der Energiewende zunimmt, könnte hieraus eine Art Portfolioansatz konstruiert werden. Hierdurch wird zumindest die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass in den verschiedenen Segmenten der Speichertechnologien eine Entwicklung in Richtung potenzieller Marktreife erfolgt.

Die im weiteren Verlauf durchgeführte Analyse zeigt einzelne Optionen für eine Förderung des Ausbaus von Energiespeichern und weiteren systemstabilisierenden Technologien auf und nimmt eine kurze ordnungspolitische Vergleichsanalyse vor. Gleichzeitig werden die bestehenden Förderinstrumente für Stromspeicher vorgestellt. Bei den wesentlichen Instrumenten, die der Förderung von Stromspeichern dienen, handelt es sich um:

- Netzentgeltbefreiungen,
- Befreiungen von der EEG-Umlage,
- Stromsteuerbefreiungen.

Ohne abschließende Empfehlungen für ein oder mehrere ordnungspolitisch optimale Förderinstrumente geben zu wollen, können dennoch folgende Kernaussagen zur möglichen Gestaltung des Förderrahmens zusammengefasst werden:

- Forschungsförderung bleibt langfristig notwendig.
- Ausnahmetatbestände (z. B. Befreiung von Netznutzungsgebühren) für einzelne Branchen oder konkurrierende Maßnahmen sollten vermieden werden.
- Leicht vermeidbare Investitionshemmnisse wie z. B. Entschädigungsregelungen nach § 12 EEG sind zu identifizieren und zu beseitigen.
- Der Zubau muss sich technologieoffen an der Fähigkeit der Technologien zur Erbringungen der benötigten systemstabilisierenden Leistungen orientieren, um technologische Fehlentwicklungen („lock-ins“) vermeiden zu können. Auf die Einführung neuer Umlagen auf Netz- bzw. Stromkunden sollte verzichtet werden.
- Zusätzliche Förderinstrumente sollten erst als letzte Option in Erwägung gezogen werden

Weitergehende Informationen können auf den Seiten Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologien abgerufen werden. Darüber hinaus sind die Ergebnisse der Studie im Rahmen der EFZN-Schriftenreihe (Band 13) veröffentlicht worden.

## Daten zum Projekt

**Vorhabenbezeichnung:**  
Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der Systemsicherheit

**Fördernde Stelle:**  
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, BMWi

**Förderkennzeichen:**  
FA 43/12

**Laufzeit des Vorhabens:**  
13.09.2012 – 22.02.2013

**Berichtszeitraum:**  
Gesamte Projektlaufzeit

**Verantw. Projektleiter:**  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck

**Projektkoordinator:**  
Dipl.-Ing. Andreas Becker

**E-Mail:** andreas.becker@efzn.de



Hans-Peter Beck



Andreas Becker

# ZnPlus – Wiederaufladbare Zink-Luft-Batterien zur industriellen Energiespeicherung

Die Energiewende in Deutschland erfordert die Bereitstellung von kosteneffizienten Energiespeichern, welche die diskontinuierlich anfallende elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen (primär Sonne und Wind) bei einer Überproduktion aufnehmen und bei Bedarf wieder abgeben können. Für unterschiedliche Energiemengen und Speicherzeiträume stehen grundsätzlich unterschiedliche Speichersysteme wie Schwungräder, Druckluft-, Pump- und stoffliche Speicher zur Verfügung. Zur Unterstützung des Ausbaus der Photovoltaik- und Windkraftanlagen werden jedoch auch elektrochemische Speicher benötigt, sodass ihre Entwicklung heutzutage derzeit zu einem der Hauptziele der deutschen Energieforschung gehört.

Elektrochemische Speicher sind wieder aufladbare Batterien, in denen beim Ladevorgang elektrische Energie aufgenommen und in Form von aktiver chemischer Masse gespeichert wird. Bei der Stromentnahme beziehungsweise dem Entla-

den der Batterie findet die Rückumwandlung der chemischen Energie in elektrische Energie statt. Zu einem der attraktivsten elektrochemischen Speicher zählt die wieder aufladbare Zink-Luft-Batterie (ZLB). Sie besitzt eine höhere spezifische Energiedichte als die modernen Lithium-Ionen-Akkumulatoren, da der beim Laden der ZLB umgesetzte Sauerstoff durch die Umgebungsluft zur Verfügung gestellt wird und somit nicht als aktive Masse in der Batterie enthalten sein muss [1]. Des Weiteren ist Zink ein kostengünstiger, gut verfügbarer Rohstoff, der darüber hinaus zu 100 Prozent recycelbar ist. Im Vergleich mit weiteren elektrochemischen Energiespeichern wie Vanadium-Redox-Flow-Batterien oder Lithium-Akkumulatoren besitzt die ZLB ein geringes Gefahrenpotential. Zink zählt zu den essentiellen Spurenelementen im menschlichen Stoffwechsel und findet breite Anwendung in der Pharma- und der Lebensmittelindustrie. Die in der ZLB als Elektrolyt eingesetzte Kalilauge mit einer Konzentration von 30–40 Gew.-% kann zwar auf Grund

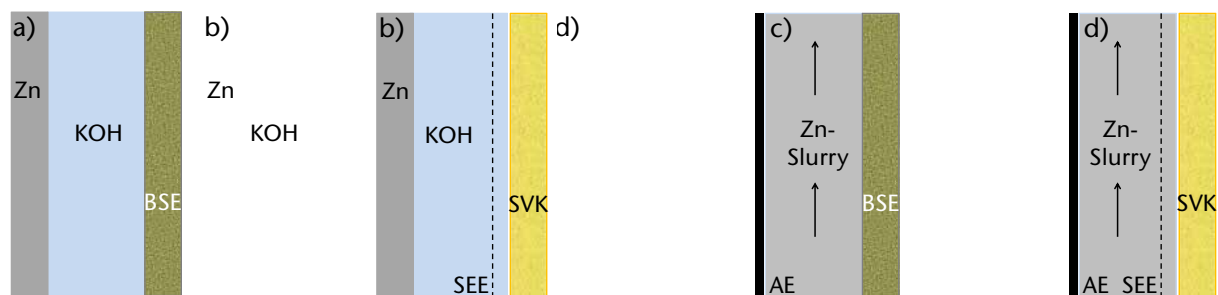


Abbildung 1: Prinzipielle Darstellung der Konzepte einer wiederaufladbaren Zink-Luft-Batterie  
a) feste Zink-Elektrode und bifunktionale Sauerstoffelektrode (BSE)  
b) drei-Elektrodenanordnung mit fester Zink-Elektrode und zusätzlicher Elektrode für die Sauerstoffentwicklung (SEE)  
c) Zink-Slurry mit BSE und einer Ableiterelektrode (AE)  
d) Drei-Elektroden-Anordnung mit Zink-Slurry und der SEE als Elektrode für die Sauerstoffentwicklung



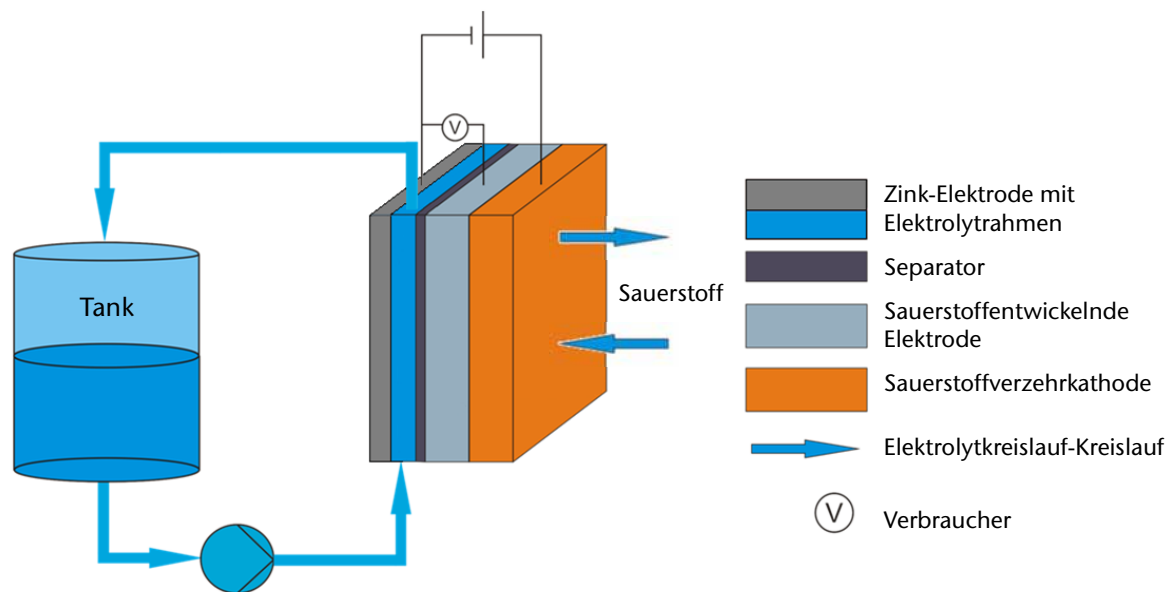


Abbildung 2: Wiederaufladbare Zink-Luft-Batterie mit einer Drei-Elektroden-Anordnung

ihrer stark ätzenden Wirkung beim Kontakt mit nicht resistenten Materialien große Schäden verursachen, ist jedoch nicht umweltgefährdend wie Vanadium-Salze oder entflammbar, wie es bei den organischen Elektrolyten der Lithium-Batterien der Fall ist.

Im Rahmen des durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekts „ZnPLUS“ beschäftigen sich zwei Mitarbeiter des Instituts für Chemische Verfahrenstechnik am EFZN mit der Entwicklung einer sekundären Zink-Luft-Batterie. Insgesamt existieren vier verfahrenstechnische Hauptkonzepte zur konstruktiven Realisierung einer elektrisch wieder aufladbaren ZLB, die in der Abbildung 1 veranschaulicht sind. Zunächst kann das Zink in Form einer festen Elektrode (Abbildung 1 a, b) oder eines „Zink-Slurrys“ (Abbildung 1 c, d) vorliegen [2][3]. Das „Zn-Slurry“ besteht aus suspendierten Zink-Partikeln, dem Elektrolyten und einem Verdickungsmittel zur Stabilisierung der Suspension. Das „Slurry“ wird an dem Stromableiter vorbeigeführt, wo-

bei das Zink, wie im Falle der festen Elektrode, zu Zinkoxid entladen wird. An der sauerstoffreduzierenden Elektrode (SVK) findet die Umsetzung des atmosphärischen Sauerstoffs statt. Als SVK wird eine Silber-basierte Elektrode eingesetzt, an der nur die Reduktion des Sauerstoffs ablaufen kann. Während der Sauerstoffentwicklung als Rückreaktion (SER) beim Laden der Batterie würde der Silber-Katalysator unter Verlust seiner Aktivität oxidiert. Somit muss für die Wiederaufladbarkeit einer Zink-Luft-Batterie eine neuartige Elektrode entwickelt werden. Hier gibt es zwei Ansätze: Die Verwendung eines bifunktionalen Katalysators [4] (Abbildung 1 a, c), an dem sowohl die Sauerstoffreduktion als auch seine Entwicklung ablaufen können (BSE) oder der Einsatz einer dritten Elektrode in der ZLB, die als separate Elektrode für die Sauerstoffentwicklung dient (Abbildung 1 b, d).

Die Hauptaufgabe der am „ZnPLUS“-Projekt beteiligten Arbeitsgruppe des EFZN beinhaltet die Konstruktion und Optimierung einer wieder aufladbaren Zink-Luft-Batterie mit einer Drei-Elektro-

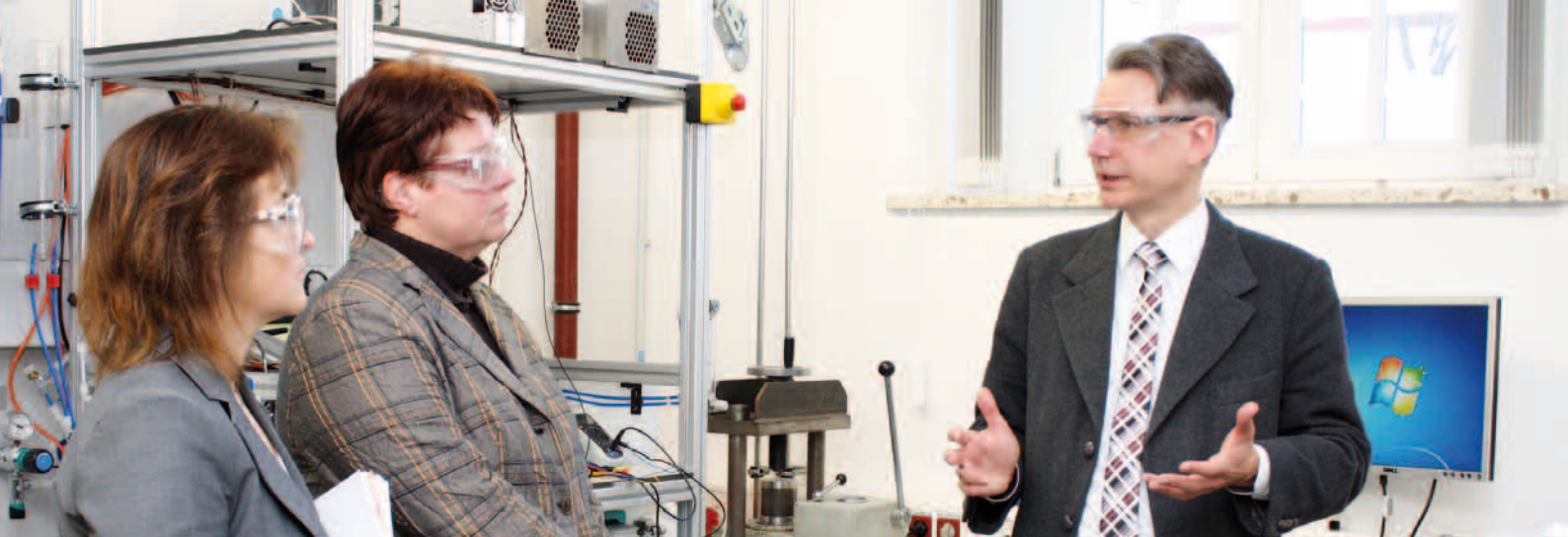


Abbildung 3: Professor Turek informiert Besucherinnen über ZnPlus.

den-Anordnung. Hierfür sollen Katalysatoren für die Sauerstoffentwicklungsreaktion entwickelt und elektrochemisch untersucht werden. Des Weiteren soll die chemische und mechanische Langzeitstabilität der neuartigen Elektroden in Abhängigkeit von den Ladestrategien überprüft werden. Darüber hinaus werden gemeinsam mit dem Projektpartner „Grillo Werke AG“ dreidimensionale feste Zink-Elektroden gefertigt und hinsichtlich der Dendritenbildung während des Ladevorgangs der Batterie untersucht.

Neben den experimentellen Arbeiten wird im Rahmen des Projekts ein physikalisch-chemisches

Modell des Zink-Luft-Systems entwickelt, welches die Beschreibung der elektrochemischen Vorgänge an den Elektroden sowie der Verluste durch auftretende Überspannungen ermöglicht und so der Berechnung der Strom-Spannungs-Kennlinien, der Lade-Zyklen und der Optimierung des Zelldesigns dienen soll.

Die im Projekt bisher erreichten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Entwicklung eines ersten Konzepts für eine wieder aufladbare Zink-Luft-Batterie mit einer Drei-Elektroden-Anordnung (Abbildung 2)
- Grundlegende Charakterisierung der verwendeten Elektroden mit Hilfe elektrochemischer Halbzellenmessungen
- Entwicklung eines Batterieprüfstands und einer Testzelle zur Durchführung der beschriebenen Batterietests

#### Projektpartner

##### Projektkoordination:

- Bayer MaterialScience AG

##### Forschungsstellen:

- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
- Institut für Chemische Verfahrenstechnik, TU Clausthal

##### Partner:

- Bayer MaterialScience AG
- Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH
- Hochschule Niederrhein
- Universität Duisburg-Essen
- Universität des Saarlandes
- ThyssenKrupp Uhde GmbH
- Grillo Werke AG

#### Quellen:

- [1] K. Harting, U. Kunz und T. Turek, „Zinc-Air Batteries: Prospects and Challenges for Future Improvement,“ Z. Phys. Chem., Nr. 226, pp. 151-166, 2012.
- [2] O. Haas, S. Müller, K. Wiesener, Chemie Ingenieur Technik, 68, 524 (1996)
- [3] S. Smedley, X.G. Zhang, „Zink-Air Hydraulic Recharge“, Encyclopedia of Electrochemical Power Sources, Amsterdam: Elsevier, 2009, Vol. 4, pp. 393-403
- [4] L. Jörissen, „Bifunctional Oxygen Electrodes,“ Ulm, Elsevier, 2009.

## Daten zum Projekt

**Vorhabenbezeichnung:**

ZnPlus – Wiederaufladbare Zink-Luft-Batterien zur industriellen Energiespeicherung

**Fördernde Stelle:**

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, BMWi

**Förderkennzeichen:**

03ESP217E

**Laufzeit des Vorhabens:**

01.09.2012 – 31.08.2015

**Berichtszeitraum:**

01.09.2012 – 31.05.2013

**Zuwendungsempfänger:**

TU Clausthal

**Ausführende Stelle:**

Energie-Forschungszentrum Niedersachsen

**Verantw. Projektleiter:**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek

**Projektkoordinatoren:**

Dipl.-Ing. Marina Bockelmann, Dipl.-Ing. Laurens Reining

**Internet:**

[www.forschung-energiespeicher.info](http://www.forschung-energiespeicher.info)



Thomas Turek



Marina Bockelmann



Laurens Reining



# Förderinitiative Energiespeicher

## Verbundprojekt H2STORE TP 2

Im Bereich der Nordsee, den Küstenbereichen und auf dem nordwestlichen Festland Deutschlands (Starkwindbereiche) sind in den vergangenen Jahren bereits zahlreiche Windkraftanlagen errichtet worden und weitere in Planung.

Um die tages- und jahreszeitlich fluktuierende Energie aus erneuerbaren Ressourcen, wie Windkraft und Sonnenenergie, zu verstetigen und einen zuverlässigen Netzbetrieb und die System-

sicherheit zu gewährleisten, besteht ein Bedarf an Energiespeichersystemen mit spezifischen Anforderungen an Leistung, Kapazität und Dynamik.

Für eine großtechnische Speicherung von elektrischer Windenergie bietet sich, zum Beispiel, die Darstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse und dessen Speicherung in unterirdischen, geologischen Formationen und Strukturen an.

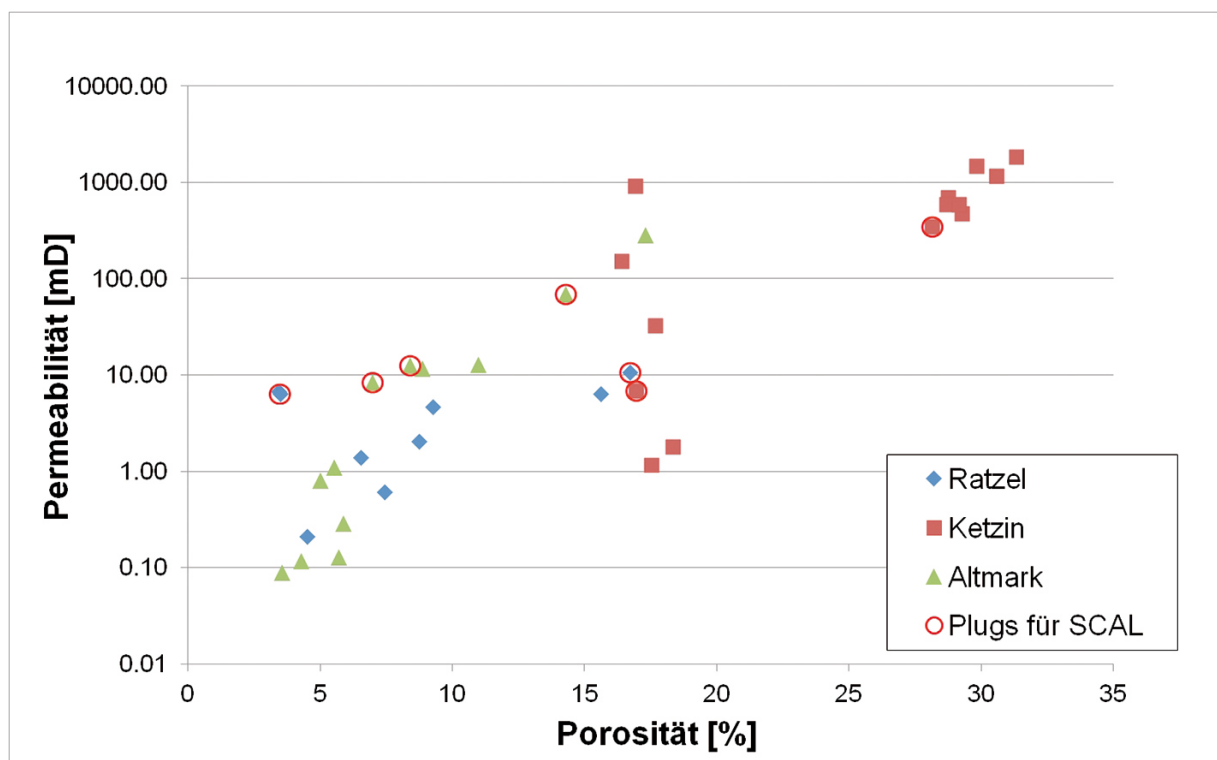


Abbildung 1: Poro-Perm Daten der untersuchten Plugs

Im norddeutschen Becken könnte Wasserstoff in (Salz-) Kavernen und in Porenspeichern (Aquifere, verfüllte und mature Erdöl- und Erdgaslagerstätten) injiziert und bedarfsgerecht genutzt werden. Neben den Vorzügen bei einer längerfristigen oder auch saisonalen Energiespeicherung, ist die Integrität solcher geologischer Speicher von zentraler Bedeutung.

Neben diesen prinzipiellen Vorteilen handelt es sich bei maturen Erdöl- und Erdgaslagerstätten um hydraulisch, mineralogisch und geochemisch hochkomplexe Systeme, die im Anschluss an die Erdöl- und Erdgasproduktion, noch nicht wieder in einen geologischen Gleichgewichtszustand zurückgekehrt sind. Dieser Ungleichgewichtszustand wird durch die Injektion von Wasserstoff und weiterer möglicher Begleitstoffe weiter verschoben. Für die Beurteilung maturer Erdöl- und Erdgaslagerstätten als potentielle Wasserstoffspeicher und die Formulierung der an sie zu stellenden geologischen Anforderungen, sind deshalb umfangreiche Kenntnisse, der bei der geologischen Wasserstoffspeicherung ablaufenden Prozesse unabdingbar.

Die Zielsetzung des Verbund-Forschungsprojekts H2STORE ist die Untersuchung von geohydraulischen, mineralogisch-geochemischen, fluidchemischen und biogenen Prozessen während der (Langzeit-) Speicherung von Wasserstoff in konvertierten Rotliegend-Erdgaslagerstätten und deren mögliche Auswirkungen auf die Langzeitspeicherkapazität, Gasvermischungsprozesse, Integrität des Deckgesteines, Fluidtransporteigenschaften des Speichergesteins und damit die Eignung von solchen Lagerstätten zur Wasserstoffspeicherung zu evaluieren. Hierzu erfolgt zunächst eine sedimentologisch-fazielle Charakterisierung der Gesteine und deren Korrelation mit petrophysikalischen (zum Beispiel Porosität, Permeabilität [siehe Abbildungen 1 und 2]) und mineralogischen (zum Beispiel Mineral- und Gesteinsklastenzusammensetzungen, Mineralmorphologie, detritischer versus authigener Mineralbestand, spezifische reaktive Oberflächen) Eigenschaften zur Klärung von, bedingt durch fazielle/lithologische Charakteristika, bevorzugten Speicherhorizonten bezie-

## Daten zum Projekt

**Vorhabenbezeichnung:**  
Förderinitiative Energiespeicher  
Verbundprojekt H2STORE TP 2

**Fördernde Stelle:**  
BMW, BMU, BMBF

**Förderkennzeichen:**  
03SF0434C

**Laufzeit des Vorhabens:**  
01.08.2012 – 31.07.2015

**Berichtszeitraum:**

**Verantw. Projektleiter:**  
Prof. Dr. Leonhard Ganzer

**Projektkoordinator:**  
Dr. Viktor Reitenbach

**E-Mail:** viktor.reitenbach@tu-clausthal.de



Leonhard Ganzer



Viktor Reitenbach



Abbildung 2: Kapillardruckmessanlage

hungsweise Fluidmigrationsbahnen und Barrierehorizonten. Die Daten dienen als Grundlage für geplante experimentelle Untersuchungen von hydraulisch-geo-/biochemisch gekoppelten Prozessen in den Reservoir- und Deckgesteinsschichten. Damit werden Informationen über mineralogische Veränderungen in den Gesteinen, sowie den sich daraus ergebenden Veränderungen in den Fluidtransport- und Abdichtungseigenschaften gewonnen, worüber schließlich Veränderungen der Speicherintegrität bestimmt werden können. Dies umfasst zum einen vor allem die Porositäts- und Permeabilitätseigenschaften der Speichergesteine und zum anderen auch mögliche unerwünschte Schädigungen der Deckge-

steinsschichten, unter anderem durch die Reaktivierung von bestehenden oder die Erzeugung von neuen Kluft- und Bruchsystemen während einer Wasserstoffinjektion und -speicherung. Eine Bestimmung solcher Effekte wird durch die petrophysikalische und mineralogisch-geochemische Untersuchung der Gesteine vor und nach den geplanten Experimenten ermöglicht. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf den anorganisch-organischen Wechselwirkungen zwischen Lagerstättenfluiden und dem injizierten Wasserstoff sowie Reservoir- und Deckgesteinen und ihren organischen Bestandteilen. Neben der Untersuchung der Effekte dieser Wechselwirkungen auf die Speicherintegrität stehen hier die Bestimmung der



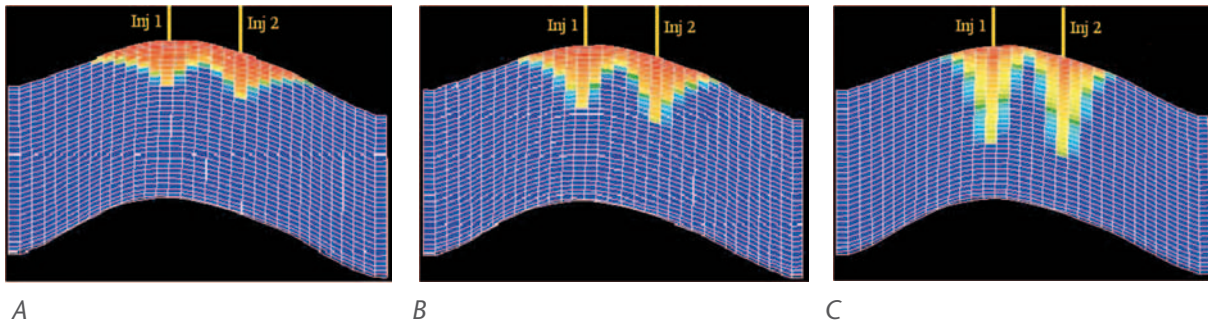


Abbildung 3: Gasinjektion in den Gipfel der Reservoirstruktur – Wasserstoff (A), Methan (B) und  $\text{CO}_2$  (C)

(geologischen) Qualitätsanforderungen an den injizierten sowie die Zusammensetzung und Qualität des rückgeförderten Wasserstoffes im Vordergrund. Gleichzeitig dienen die Experimente der Klärung, inwieweit biogene Komponenten (mikrobielle Lebensgemeinschaften) im Reservoir durch eine Wasserstoffinjektion zu vermehrtem Wachstum, zu verstärkten Reaktionen mit dem mineralogischen Gesteinsbestand und einer Methansynthese angeregt werden. Die experimentellen Arbeiten werden von umfangreichen numerischen Simulationsarbeiten begleitet, in die die Ergebnisse der Experimente als Eingangsgrößen einfließen. Ziel der numerischen Simulationen ist die Modellierung der

- (a) Ausbreitung und Zusammensetzung des injizierten Wasserstoffplumes (siehe Abbildung 3),
- (b) geochemischen Reaktionen zwischen Gestein/organischen Bestandteilen/Lagerstättenfluiden und Wasserstoff und
- (c) biogenen Rückkopplungen zwischen veränderten Fluidzusammensetzungen und dem Mineralbestand.

Die Simulationen werden eine Übertragung der experimentellen Ergebnisse auf den Lagerstättenmaßstab und damit die Formulierung der geologischen Anforderungen an die Speicherung von Wasserstoff in konvertierten Gaslagerstätten ermöglichen.

#### Projektpartner

- Prof. Dr. Reinhard Gaupp
- Prof. Dr. Leonhard Ganzer
- PD Dr. Michael Kühn
- Dr.-Ing. Hilke Würdemann
- Dr. Axel Liebscher

#### Projektkoordination

- Prof. Dr. Reinhard Gaupp

#### Forschungsstellen

- Friedrich Schiller Universität Jena
- Technische Universität Clausthal/EFZN
- Deutsches Geoforschungszentrum Potsdam
- Université de Lorraine, Frankreich

#### Industriepartner

- GDF SUEZ E&P DEUTSCHLAND GMBH
- E.ON Gas Storage GmbH
- Rohöl-Aufsuchungs Aktiengesellschaft (RAG)
- RWE Gasspeicher GmbH

# Forschungsverbund „Smart Nord“

„Smart Nord – Intelligente Netze Norddeutschland“ ist ein vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) mit rund 4,1 Millionen Euro geförderter Forschungsverbund im Kontext des Niedersächsischen Energiekonzepts.

Die Hochschulen in Niedersachsen konnten sich für eine Teilnahme an dem Forschungsverbund mit ihren Konzepten bewerben, die wiederum von der Wissenschaftlichen Kommission Niedersachsen (WKN) begutachtet wurden. Das Wissenschaftsministerium wählte auf Grundlage dieser Empfehlungen die teilnehmenden Hochschulen und Forschungseinrichtungen aus. Unter Koordinierung der Universität Oldenburg sind das Oldenburger Informatik-Institut OFFIS mit dem EFZN, die TU Braunschweig, die Leibniz Universität Hannover, die TU Clausthal und das EWE-Forschungszentrum für Energietechnologie „NEXT ENERGY“ am neuen Forschungsverbund „Smart Nord“ beteiligt.

Das Projekt, welches auf einer Empfehlung der WKN basiert und aus Fördermitteln des Niedersächsischen Vorabs finanziert wird, ist auf drei Jahre ausgerichtet. Neben den in diesem Forschungs-

umfeld etablierten Disziplinen der elektrischen Energietechnik und Physik spielen auch Verfahren der Informations- und Kommunikationstechnik eine Schlüsselrolle. Unter anderem wird sich der Forschungsverbund mit der Frage beschäftigen, mit welchen Methoden unser Stromversorgungssystem ertüchtigt werden kann, um den Herausforderungen einer Versorgung aus vielen kleineren regenerativen Quellen gerecht zu werden.

Der Ausstieg aus der Kernenergie und die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energieträger machen einen grundlegenden Systemwandel erforderlich, um unsere Energieversorgung verlässlich, klimaverträglich und bezahlbar umzugestalten. Eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende ist es, konventionelle Großkraftwerkskapazitäten zuverlässig durch dezentrale Energiesysteme wie Photovoltaik-, Windkraft- und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen substituieren zu können. Dazu muss einerseits das Einspeise- und Bedarfsverhalten einer Vielzahl von Erzeugern, Verbrauchern und Speichern aufeinander abgestimmt werden, um die Bilanz der sogenannten Wirkleistung auszugleichen, und andererseits müssen auch netzstabilisierende Aufgaben, die heute vor allem von konventionellen Kraftwerken erbracht werden, zukünftig zunehmend von den dezentralen Anlagen übernommen werden.

Ziel des interdisziplinären Forschungsverbundes „Smart Nord“ ist die Erstellung von Beiträgen zur koordinierten, dezentralen Bereitstellung von Wirkleistung, Regelleistung und Blindleistung in den Verteilnetzen. Hierzu ist die Konzipierung einer neuen und sämtliche Komponenten einbeziehenden IKT-Infrastruktur erforderlich. Deren Systemarchitektur, die zur Sicherung der Interoperabilität von Komponenten auf etablierten Standardfamilien der IEC beruhen muss, sowie Fragen

## Projektpartner

### Forschungsstellen

- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
- TU Clausthal
- Universität Oldenburg
- Universität Hannover
- TU Braunschweig

### Partner

- NEXT ENERGY
- OFFIS – Institut für Informatik

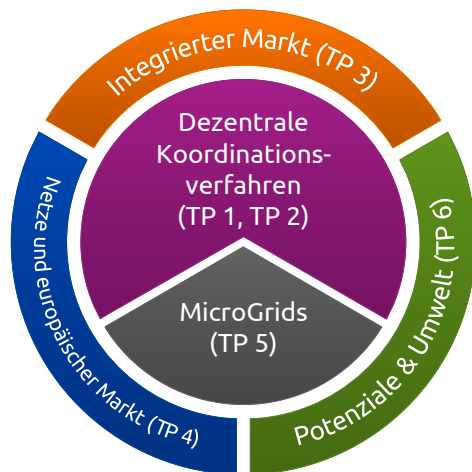


Abbildung 1: Übersicht der Teilprojekte im „Smart Nord“

der IKT-Sicherheit (Security) sind selber Gegenstand der Untersuchungen. Besonderes Augenmerk bei der Anwendung liegt auf der Aggregation von dezentralen Verbrauchern und Erzeugern zur Bereitstellung von Wirkleistung nach vereinbarten Fahrplänen sowie von Netz- beziehungsweise Systemdienstleistungen zum Ausgleich der fluktuierenden Einspeisungen regenerativer Energieanlagen in Echtzeit unter Berücksichtigung der Netzbelastung. Ein weiterer zentraler Forschungsgegenstand ist das Netz selber, das im Hinblick auf seine Stabilität bei neuen Betriebsweisen und Verwendung von Betriebsmitteln untersucht wird. Dessen Planung sowie die Berücksichtigung von Potentialen und Umweltaspekten bei der Planung regenerativer Energieanlagen stellt einen eigenen Forschungsschwerpunkt in „Smart Nord“ dar.

Dieser Thematik widmen sich mehr als 40 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in sechs Teilprojekten, die jeweils unterschiedlichen Systemebenen zugeordnet sind.

### **TP 1 – Dezentral koordinierte Wirkleistungsbereitstellung**

Im Teilprojekt 1 (TP 1) werden Verfahren entwickelt, mit denen die erforderliche Wirkleistung in den Verteilnetzen dezentral möglichst verbrauchs-

nah durch Anlagenverbünde bereitgestellt und gleichzeitig der Verbrauch der prognostizierten Erzeugung möglichst genau angepasst wird.

Sowohl Informationen (zum Beispiel Anlagenmodelle) als auch Planung und Steuerung sind hierbei dezentralisiert und werden agentenbasiert weitgehend mit Verfahren der Selbstorganisation umgesetzt.

Dezentral koordinierte Anlagenverbünde orientieren sich zunächst an bestehenden Marktstrukturen, die im Rahmen von Teilprojekt 3 (TP 3) weiterentwickelt werden. Die erforderlichen Mechanismen zur Spannungs- und Frequenzregelung werden in Teilprojekt 2 (TP 2) unter Berücksichtigung der Netzrestriktionen (Teilprojekt 4 – TP 4) entwickelt.

Mit sich dynamisch bildenden Verbünden als Anpassung an Veränderungen in Stromerzeugung, Strombedarf und Netzzustand geht „Smart Nord“ über das Konzept bisheriger virtueller Kraftwerke deutlich hinaus.

### **TP 2 – Netzstützende Systemdienstleistungen**

In Teilprojekt 2 (TP 2) werden Methoden für eine garantierte Bereitstellung netzstützender Systemdienstleistungen in Echtzeit und auf Basis dezentraler prognoseunsicherer Erzeuger und Verbraucher entwickelt und experimentell erprobt. Im Gegensatz zur dezentral koordinierten Wirkleistungsbereitstellung (TP 1) werden diese koordinierten agentenbasierte Verbünde zunächst nur gebildet, um bestimmte Leistungsreserven lokal und unter Berücksichtigung lokaler Bezüge vorzuhalten. Die Bereitstellung notwendiger netzstützender Leistungsbeiträge erfolgt autonom.

Dezentral koordinierte Anlagenverbünde orientieren sich ebenso wie in TP 1 zunächst an bestehenden Marktstrukturen, die im Rahmen von TP 3 weiterentwickelt werden. Die erforderlichen Mechanismen zur Spannungs- und Frequenzregelung werden unter Berücksichtigung der Netzrestriktionen (TP 4) entwickelt.

Für garantierte Reaktionen in kürzesten Zeitbereichen findet die Aktivierung von Systemdienstleistungen zunächst kommunikationslos und unkoordiniert auf Basis lokal beobachtbarer Betriebsgrößen statt. Im Anschluss daran werden die koordinierten Verbünde „überplant“, das heißt die inhärent suboptimal (unter Vernachlässigung aktueller Netzzustände, Versorgungs- und Marktsituationen) aktivierten Leistungsreserven werden optimiert abgelöst. Wesentliche Herausforderung ist die Entwicklung von Aggregationsmodellen und -mechanismen, um die erforderliche Zuverlässigkeit mit stochastischen Erzeugern und Verbrauchern realisieren zu können.

### **TP 3 – Handel von Wirkleistung und Systemdienstleistungen**

Im Teilprojekt 3 (TP 3) wird ein Handelssystem für Systemdienstleistungen entwickelt. Aufbauend auf einem Modell des aktuell existierenden Elektrizitätsmarktes werden in Kopplung mit Netzanalysen neue Produkte aus dem Bereich der Systemdienstleistungen definiert. Über die Erarbeitung von Geschäftsmodellen werden die Untersuchungen zur Marktintegration einer zunehmend qualitativ orientierten Energieumwandlung komplettiert.

Über die Modellierung und Simulation der Elektrizitätsmärkte ist dieses Teilprojekt mit dem Teilprojekt zur fahrplanbasierten Wirkleistungsbereitstellung (TP 1) verknüpft, so dass die dort konzipierten Verbünde an den simulierten Märkten handeln können. Die aus dem Marktmodell heraus erarbeitete Modellumgebung wird weiterhin mit der Netzsimulation aus TP 4 gekoppelt. Gemeinsam mit TP 2 werden Erkenntnisse zu den technischen Zusammenhängen von Systemdienstleistungen und Wirkleistungen erarbeitet und in die Entwicklung geeigneter Systemdienstleistungsprodukte eingebracht.

„Smart Nord“ entwickelt einen bisher nicht vorhandenen Markt für Systemdienstleistungen, der eine wirtschaftliche Teilnahme der Akteure mit den Anforderungen an die Netzsicherheit vereinbart. Mit der Analyse von Systemdienstleistungen und

der Definition von neuen Marktprodukten wird mit „Smart Nord“ das quantitative Vergütungssystem maßgeblich um eine qualitative, für die Energiewende wesentliche Komponente erweitert.

### **TP 4 – Verteil- und Übertragungsnetze**

Im Teilprojekt 4 (TP 4) wird das Potential dezentraler Erzeugungsanlagen innerhalb der Verteilnetze für Kraftwerksaufgaben im Gesamtsystem untersucht. Durch die Verdrängung großer Kraftwerke sind sowohl statische als auch insbesondere dynamische Untersuchungen der Stabilität des Versorgungsnetzes durchzuführen. Dafür werden verschiedene Modelle der zu untersuchenden Netze sowie Erzeugungs- und Lastszenarien entworfen, mit denen die im Gesamtprojekt entwickelten Markt- und Bilanzverfahren validiert werden können.

Nach der Übergabe der netzbezogenen Referenz- und Simulationsumgebungen an die anderen Teilprojekte werden neben der netztechnischen Betrachtung des Gesamtsystems die Regelauswirkungen der Bilanzeinheiten aus TP 1 und TP 2 betrachtet. Ebenso werden die Änderungen der lokalen und globalen Leistungsflüsse durch die in TP 3 entwickelten, neuartigen Marktmodelle aus Sicht der Netzführung und -sicherheit betrachtet.

Die in diesem Projekt neu entwickelten Verfahren für Bilanzeinheiten und Marktmodelle stellen weitreichende Änderungen des gesamten Netzbetriebes dar, so dass eine umfangreiche Überprüfung der Netzstrukturen und Sicherheitskonzepte erfolgen muss, um sowohl den stationären Betrieb als auch Auswirkungen dynamischer Störfälle in den Netzen der Zukunft bewerten zu können.

### **TP 5 – Systemtheorie für aktive Verteilnetze**

Der stabile Netzbetrieb muss auch zukünftig, trotz erhöhter dezentraler Erzeugung bei gleichzeitigem Wegfall konventioneller Kraftwerksleistung, gewährleistet werden. Gegenstand dieses Forschungs-Clusters sind die Randbedingungen für einen stabilen Netzbetrieb auf der Verteilnet-



zebene, und die Fähigkeit aktiver Verteilnetze zur Erbringung von Systemdienstleistungen für die Übertragungsnetzebene. Ziel ist eine stabilisierende Wirkung für das Gesamtsystem zu erreichen.

Das Teilprojekt 5 (TP 5) kann insbesondere für die Teilprojekte 1, 2 und 3 die zulässigen Betriebsgrenzen liefern, in denen sowohl ein Wirkleistungshandel möglich ist, als auch Netzdienstleistung bereitgestellt werden können. Zudem entsteht in diesem Teilprojekt ein physikalischer „Demonstrator für Verteilnetze“, der anderen Teilprojekten nach Absprache zur Verfügung steht.

Eine Charakterisierung verschiedener regenerativer Energiequellen in Zusammenhang mit einer messtechnisch verifizierten verallgemeinerten Modellierung zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens des Gesamtsystems ist ein Alleinstellungsmerkmal im internationalen Forschungsspektrum.

### **TP 6 – „Smart Spatial“**

Ziel des Teilprojekts 6 (TP 6 „Smart Spatial“) ist es zum einen, die Potenziale für verschiedene erneuerbare Energien räumlich abzuschätzen. Zum anderen werden Szenarien zur Entwicklung der Anlagen- und Netzstruktur simuliert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Landschaftsfunktionen und Ökosystemdienstleistungen analysiert. Zusammen mit gesellschaftlichen Akteuren werden multikriterielle Optimierungsstrategien erarbeitet. Fallbeispiele sind Niedersachsen und die Region Hannover.

Innerhalb des Forschungsverbundes „Smart Nord“ ergänzt das Teilprojekt „Smart Spatial“ die Arbeiten zum technischen Netzausbau um räumliche Analysen. In Zusammenarbeit mit Teilprojekt 4 werden Szenarien zur Anlagen- und Strukturentwicklung raumkonkret simuliert und optimiert.

Smart Spatial leistet somit Beiträge zur effizienten Nutzung bestehender Potenziale an erneuerbaren Energien sowie zur Analyse und Minimierung der ökologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen des Anlagen- und Netzausbaus unter Beteiligung relevanter Akteure.

## **Daten zum Projekt**

**Vorhabenbezeichnung:**

Forschungsverbund Smart Nord

**Fördernde Stelle:**

Ministerium für Wissenschaft und Kultur

**Förderkennzeichen:**

VWZN2764

**Laufzeit des Vorhabens:**

01.03.2012 – 28.02.2014 (Phase 1)

**Berichtszeitraum:**

01.03.2012 – 31.12.2013

**Verantw. Projektleiter:**

Prof. Dr. Michael Sonnenschein

**Projektkoordinator:**

Dr. Martin Tröschel

**E-Mail:** troeschel@offis.de,

sonnenschein@informatik.uni-oldenburg.de

**Internet:** [www.smartnord.de](http://www.smartnord.de)



Michael Sonnenschein



Martin Tröschel

# Schnellladung von Elektrofahrzeugen

Im Projekt „Schnellladung von Elektrofahrzeugen“ steht das EFZN Seite an Seite mit dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut in Goslar. Schnellladgorithmen sollen entwickelt werden, die ein schnelles, aber schonendes Laden der Fahrzeugbatterien unter Berücksichtigung der Temperatur ermöglichen.

Künftig wird es heißen: „Wer kennt das Problem auch? Abends kommt man müde von der Arbeit nach Hause und vergisst das Elektroauto zum Aufladen an die Steckdose anzuschließen.“ Derzeit käme man noch in Bedrängnis, da die meisten Elektroautos bisher nicht schnellladefähig bzw. nicht in wenigen Minuten aufgeladen sind. Im Moment wird bereits von Schnellladefähigkeit gesprochen, wenn in 45 Minuten um 60 Prozent nachgeladen werden kann – das heißt von 20 Prozent auf gerade einmal 80 Prozent des Ladezustandes. Bei gängigen Fahrzeugen bedeutet eine solche Nachladung derzeit eine ungefähre Reichweite von 48–80 Kilometern.

Eine weitere Herausforderung, die sich heute noch stellt, ist die Realisierung einer Schnellladung Zuhause. Um ein Elektrofahrzeug schnell laden zu können, muss in kurzer Zeit eine große Menge Energie aufgebracht werden. Diese im physikalischen Sinne große Leistung kann jedoch nicht aus der herkömmlichen Steckdose zu Hause entnommen werden. Die haushaltsübliche Schuko-Steckdose ist meist mit 16 Ampere abgesichert. Dies macht bei 230 Volt eine Leistung von circa 3,6 Kilowatt. Um beispielsweise eine Batterie eines Elektro-Golfs zu laden, die eine Kapazität von 26,5 Kilowattstunden hat, bräuchte man mit der Schuko-Steckdose mehr als 7 Stunden, um sie vollständig zu laden. Bei einem Drehstromanschluss, auch Starkstrom genannt, mit 400 Volt und 16 Ampere (vergleichbar mit dem Anschluss

des Elektro-Herdes im Haus), kann das Fahrzeug bereits in 2,4 Stunden komplett geladen sein. Was nun aber, wenn man noch schneller Laden möchte und zu Hause keine weiteren Möglichkeiten hat?

An diesen Punkten setzt das Projekt „Schnellladung von Elektrofahrzeugen“ an und wird Lösungen bieten. Zum einen werden in dem Projekt Schnellladeverfahren entwickelt, die es ermöglichen sollen, ein komplettes Fahrzeug von 0 Prozent auf 100 Prozent in unter 30 Minuten zu laden, ohne dabei eine Schädigung an der Batterie zu verursachen, die deren Lebensdauer verkürzt. Dazu wurden bereits erste Schnellladeverfahren an Einzelzellen auf dem Prüfstand getestet. Es wurden komplette Vollladungen von 0 Prozent bis 100 Prozent in Zeiten um die 30 Minuten schon erreicht und auch auf kleine Stacks übertragen. Diese Verfahren sollen nun auf die großen

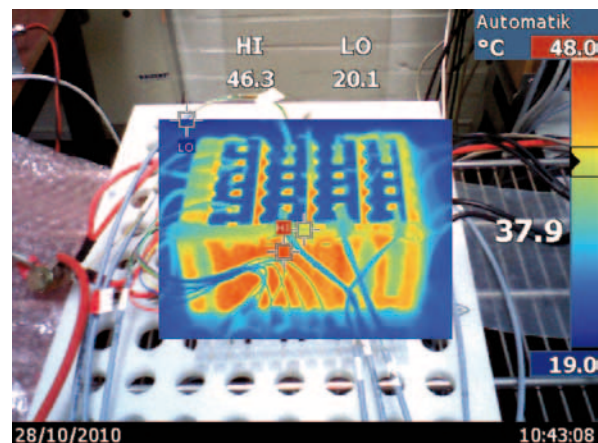


Abbildung 1: Thermografiebild vom Batteriestack



Abbildung 2: Die Partner des Projektes „Schnellladung von Elektrofahrzeugen“ beim Kick-off-Meeting auf dem EnergieCampus in Goslar

Fahrzeugbatterien übertragen werden, woran derzeit geforscht wird.

Die entscheidende Innovation in dem Projekt steckt jedoch darin, komplette Temperaturfelder der Batterien aufzunehmen, was durch eine völlig neuartige Technik vom Fraunhofer Heinrich Hertz Institut in Goslar (HHI) möglich wird. Da die einzelnen Zellen in den Batterien kaum Platz für herkömmliche Temperatursensoren lassen, wurden im Projekt faseroptische Sensoren in den Batterien appliziert. Dabei handelt es sich um Glasfasern, in die mit einem Laser vom HHI ein Gitter geschrieben wird, an welchem wiederum das Licht, welches durch die Faser geleitet wird, reflektiert wird. Anhand der Wellenlängenänderung des reflektierten Lichts kann man auf die Temperatur am Gitterpunkt der Glasfaser schließen. So wird es möglich, mit wenigen Fasern, die bis zu hun-

dert Messstellen enthalten können, ganze Temperaturfelder der Batterien zu messen. Die Faser selbst ist dabei nur ungefähr so dick wie ein Haar, wodurch sie vielfältig in Batteriesystemen eingesetzt werden kann, da sie kaum Platz benötigt und somit auch dort Temperaturen messen kann, wo herkömmliche Temperatursensoren nicht angebracht werden können. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass die faseroptischen Sensoren nicht durch elektromagnetische Felder beeinflusst werden können. Bekannterweise treten in Batterien große Ströme auf, die nach den Maxwell'schen Gleichungen wiederum große Magnetfelder erzeugen. Dadurch werden herkömmliche Temperatursensoren, die ihr Messsignal über elektrische Ströme bzw. Spannungen übertragen, gestört. Da bei den faseroptischen Sensoren das Signal jedoch Licht ist, wird dieses nicht beeinflusst, denn Photonen sind elektrisch neutral und können



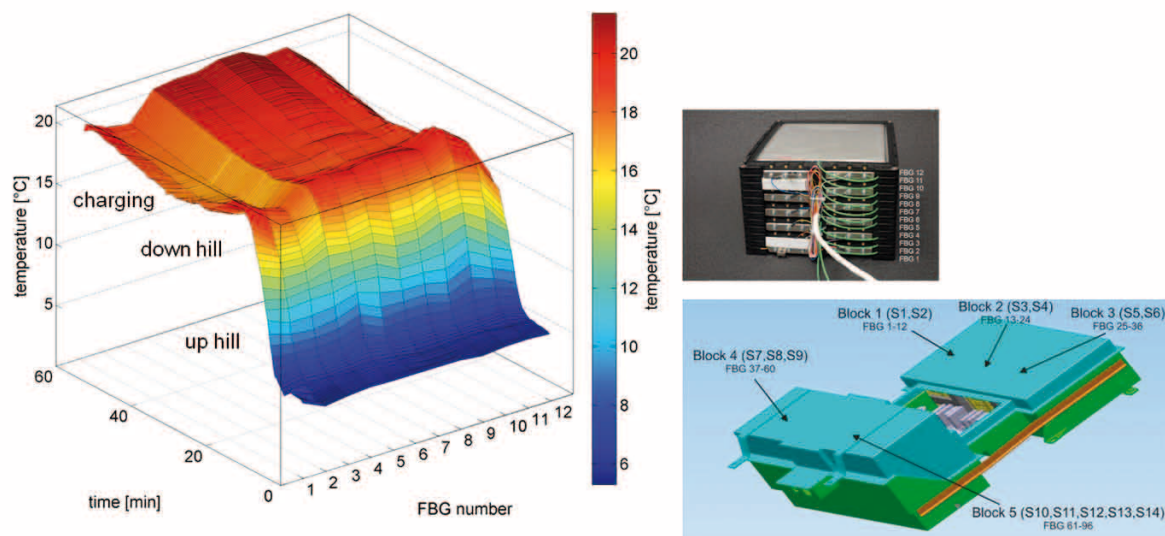


Abbildung 3: Temperaturfeld im Fahrzeug

durch elektromagnetische Felder deshalb nicht abgelenkt werden.

Wie oben schon angesprochen, stellt sich das Projekt auch der Herausforderung, dass hohe Leistungen zu Hause nicht verfügbar sind, um eine wirkliche Schnellladung zu realisieren. Dazu gibt es im Projekt zwei Ansätze, die mit unseren

Projektpartnern Power Innovation und Aral-Tankstellenbesitzer Jochen Schreiber untersucht und umgesetzt werden. So werden von der Firma Power Innovation Ladesäulen entwickelt, mit denen eine Gleichstromschnellladung ermöglicht wird, welche nach den vom EFZN erprobten Ladealgorithmen ablaufen. Der Vorteil einer Gleichstromschnellladung ist dabei auch, dass jede Batterie zum Laden einen Gleichstrom braucht und dieser in dem Projekt direkt von der Ladesäule geliefert wird, sodass der Umrichter zum Wechseln von Wechselstrom in Gleichstrom nicht mehr im Fahrzeug mitgeführt werden muss, was zu einer Massenersparnis des Fahrzeugs und zu einem günstigeren Verkaufspreis führen kann. Die große Energie in einer kurzen Zeit (eine große Leistung) kann man im Projekt an einer Aral-Tankstelle von Jochen Schreiber bekommen. Eine Tankstelle hat heutzutage auf Grund von großen Verbrauchern wie Waschstraßen schon einen großen Leistungsanschluss, welcher für eine Schnellladung genutzt werden kann. So kann man künftig Schnellladungen an heutigen Benzintankstellen durchführen und man muss wie heute mit der restlichen Energie des Fahrzeugs nur noch bis zur nächsten Tankstelle kommen. Dadurch wird auch den heutigen Tankstellenbetreibern ein Geschäftsmodell

### Projektpartner

#### Forschungsstellen

- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
- Institut für Elektrische Energietechnik, TU Clausthal

#### Partner

- Fraunhofer HHI Goslar
- E-Wolf GmbH
- WVI Professor Dr. Wermuth Verkehrsfor-
- Power Innovation



geboten, um auch im Zeitalter der Elektromobilität weiterhin eine wesentliche Bedeutung für die Infrastruktur zu haben.

Der andere Ansatz hingegen wird im Projekt am Rande erprobt. Bei diesem wird die große Leistung zur Schnellladung an der TU Clausthal, aber auch bei unserem Projektpartner der Wolfsburg AG aus einer Pufferbatterie bereitgestellt, welche permanent durch erneuerbare Energien mit kleiner Leistung geladen wird. Auch diese Lösung ist für Tankstellen denkbar, da nicht jede Privatperson die Möglichkeit hat, bei sich einen Pufferspeicher zu installieren und sich dieser für die Betankung von nur einem Fahrzeug nicht rechnet.

Indirekt unterstützt wird dieser Ansatz inzwischen auch von den Automobilkonzernen, bei welchen man die Batterie zum Elektroauto nicht mehr kaufen, sondern nur noch leasen kann. Das ist übrigens so, als müsste man bei heutigen Verbrennungskraftfahrzeugen den Tank des Fahrzeugs extra leasen, ohne dass er einem jemals gehört. Klar ist natürlich, dass an einem solchen Modell lediglich der Leasinggeber verdient und der Leasingnehmer, hier der Fahrzeugbesitzer, das Nachsehen hat. Dadurch wird es dem Fahrzeugbesitzer jedoch gleichgültig sein, ob eine Schnellladung vielleicht einen schädigenden Einfluss auf die Batterie hat, da ihm diese nicht gehört. So fließen die neuen Geschäftsmodelle der Automobilkonzerne ebenfalls positiv in das Projekt ein, da eine Schnellladung eine größere Akzeptanz erfahren wird.

Außerdem sind an dem Projekt noch die Firma E-Wolf GmbH und die Firma WVI Professor Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung beteiligt. Die Firma E-Wolf GmbH hat dabei die Elektrofahrzeuge entwickelt und so modifiziert, dass mit diesen eine Schnellladung möglich wird. Außerdem kooperiert sie mit den Forschungseinrichtungen und gibt diesen Einblick in den Aufbau der Fahrzeuge. Die Firma WVI beschäftigt sich mit der Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung, wobei sie im Projekt den Einfluss von künftigen Schnellladetankstellen auf die Infrastruktur untersucht.

## Daten zum Projekt

**Vorhabenbezeichnung:**  
Schnellladung von Elektrofahrzeugen

**Fördernde Stellen:**  
Europäischer Fond für Regionale Entwicklung  
Niedersachsen; Ministerium für Wissenschaft  
und Kultur Niedersachsen

**Förderkennzeichen:**  
WA3-80127299

**Laufzeit des Vorhabens:**  
01.02.2011– 31.01.2013

**Verantw. Projektleiter:**  
Prof. Dr. rer. nat. Heinz Wenzl  
Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Schade

**Projektkoordinatoren:**  
Dipl.-Phys. Raoul Heyne, Dr. Martin Angelmahr

**E-Mail:** [raoul.heyne@efzn.de](mailto:raoul.heyne@efzn.de)



Heinz Wenzl



Wolfgang Schade



Raoul Heyne



Martin Angelmahr

## e-home Energieprojekt 2020

Das e-home Energieprojekt 2020 ist ein Verbundprojekt der heutigen Avacon AG (AVA) und des EFZN, bei dem zentrale Fragestellungen hinsichtlich des Aufbaus, der Planung und des Betriebs zukünftiger Niederspannungsnetzstrukturen untersucht werden. Es zielt darauf ab, bereits heute die sich aus der Energiewende ergebenden Entwicklungen im Netzplanungsprozess abzubilden und zukünftig relevante Netzstrukturen zu definieren. Dabei berücksichtigt das Projekt auch die technologischen Entwicklungen im Bereich der Netztechnik und untersucht mit unmittelba-

rem Praxisbezug den Einsatz neuer Technologien zur Spannungshaltung als auch von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Im Rahmen des e-home-Projektes finden dabei der regelbare Ortsnetztransformator (rONT) und Breitband-Powerline Anwendung.

Zu diesem Zweck hat AVA in zwei ausgewählten Niederspannungsnetzen insgesamt 32 Haushalte bei der Anschaffung je einer Photovoltaik- und Klimaanlage sowie eines Elektroautos unterstützt. Des Weiteren sind in den ausgewählten For-

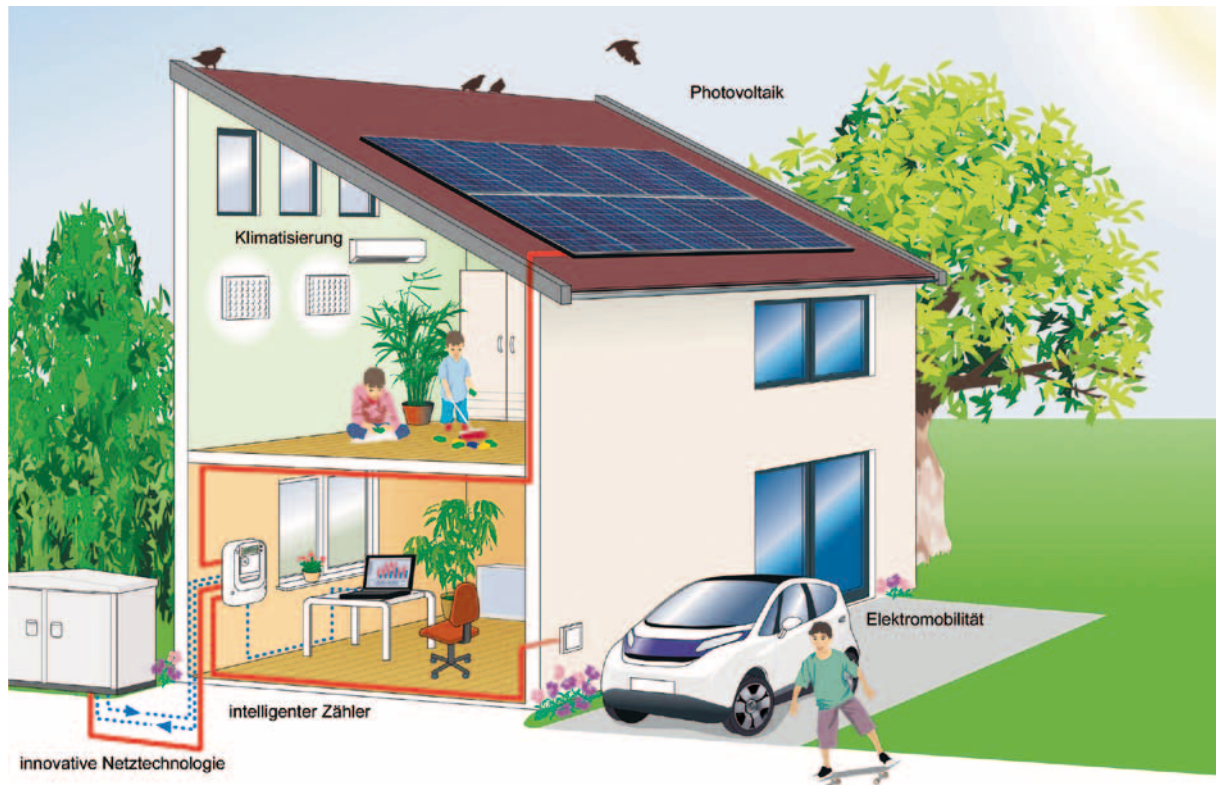


Abbildung 1: Im Projekt eingesetzte und untersuchte Komponenten



Abbildung 2: Das transdisziplinäre Projektteam aus Wirtschaft und Forschung

schungsnetzen der Gemeinden Stuhr und Weyhe komplexe Messinfrastrukturen („Smart Meter“, „PowerQuality“-Messgeräte, „Powerline-Communication“, Datensever, Datenportal) sowie Prototypen regelbarer Ortsnetztransformatoren installiert worden. Im Ergebnis können die Auswirkungen des veränderten Einspeise- und Verbraucherverhaltens auf die Ortsnetze unter realen Bedingungen gemessen und ausgewertet werden.

Die wissenschaftliche Begleitung des Projekts übernimmt das EFZN im Sinne einer Begleitforschung. Sowohl technische als auch wirtschaftliche, juristische und sozialwissenschaftliche Aspekte werden im Rahmen des e-home-Projekts untersucht. Durch die Nutzung und den Ausbau zwei realer Forschungsnetze zeichnet sich das e-home-Projekt durch einen hohen Praxisbezug aus. Dieser ermöglicht eine Validierung der theoretisch erarbeiteten Ergebnisse mit den gewonnenen Messwerten. So ist es inzwischen in Kooperation mit der Maschinenfabrik Reinhausen gelungen, den rONT zur Serienreife zu bringen.

Im Rahmen dieses Verbundprojektes arbeiten im technischen Bereich das Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen (elenia) der TU Braunschweig, das Institut für Elektrische Energietechnik (IEE) der TU Clausthal sowie das Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik (IEH) der Leibniz Universität Hannover zusammen. Im geisteswissenschaftlichen Bereich beteiligen sich das Institut für deutsches und internationales Berg- und Energierecht (IBER) der TU Clausthal, die Professur für Produk-

tion und Logistik (PPL) sowie das Interdisziplinäre Zentrum für Nachhaltige Entwicklung (IZNE) der Georg-August-Universität Göttingen.

Im technischen Bereich wurde aktuell eine Überarbeitung der bisherigen Erkenntnisse zur Entwicklung der Netzaufgabe auf der Basis von Zeitreihen (Profilen) vorgenommen. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Abkehr von 15 Minutenwerten hin zu einer einminütigen Auflösung der generierten Profile. Im Ergebnis wurden neue Algorithmen zur Erzeugung synthetischer Profile für die Komponenten Haushalt allgemein, Elektroauto, Wärmepumpe und Photovoltaikanlage (PV-Anlage) entwickelt. Hierfür sind die zentralen Einflussfaktoren ermittelt und berücksichtigt worden. Zur Nachbildung des Einspeiseverhaltens von PV-Anlagen sind dies exemplarisch die Ausrichtung (Himmelsrichtung), geogr. Lage, Aufstellwinkel, Wetter, Temperatur sowie der Modulwirkungsgrad. Ein Vergleich mit den real gemessenen Profilen wird aktuell durchgeführt.

Im Themengebiet rONT wurden verschiedene Regelalgorithmen untersucht und miteinander verglichen. Ziel ist es, die Wirkung auf das Niederspannungsnetz zu analysieren und die Spannungspreizung an der Niederspannungsverteilung durch den Einsatz von rONT zu minimieren, um in der Niederspannungsnetzplanung weitere Freiheiten zu erhalten. Im Ergebnis ist festzuhalten, dass durch die Implementierung eines Reglers mit Zeitverhalten Stufvorgänge durch kurzzeitige Spannungsänderungen vermieden werden können. Bei diesen Reglern ist für die Berechnung der netzplanerischen Freiheiten hinsichtlich des

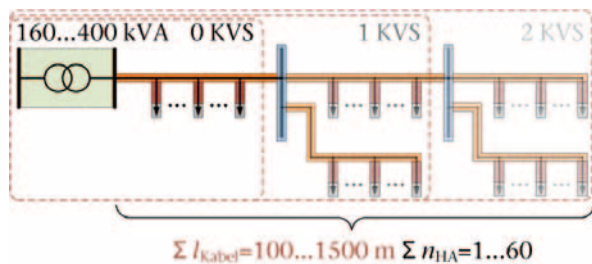


Abbildung 3: Grundlegender Aufbau der synthetischen Netzstrukturen

## Projektpartner

## Projektkoordination

- Energie-Forschungszentrum  
Niedersachsen (EFZN)

## Beteiligte Institute

- Institut für Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen, TU Braunschweig, Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat
- Institut für Elektrische Energietechnik, TU Clausthal, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck
- Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik, Fachgebiet Elektrische Energieversorgung, Leibniz Universität Hannover, Prof. Dr.-Ing. habil. Lutz Hofmann
- Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Professur für Produktion und Logistik, Georg-August-Universität Göttingen, Prof. Dr. Jutta Geldermann
- Institut für deutsches und internationales Berg- und Energierecht, TU Clausthal, Prof. Dr. Hartmut Weyer
- Interdisziplinären Zentrums für Nachhaltige Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, Prof. Dr. Peter Schmuck

## Externe Partner

- Avacon AG (ehemals E.ON Avacon AG)

Spannungshübes immer das Band der Schnellerückschaltung zu wählen, da hierdurch die Spannungsextrema an der Niederspannungsverteilung der Ortsnetzstation definiert werden.

Im weiteren Vorgehen wurde ebenfalls eine lastflussabhängige Sollwertvorgabe untersucht. Um den deutlichen Anstieg der Schaltspielhäufigkeit zu begrenzen, wird im weiteren Verlauf ein Dreipunktglied zur Sollwertvorgabe vorgesehen, um kurzzeitige Sollwertänderungen zu vermeiden bzw. die Flickerstärke zu vermindern.

Neben diesen Untersuchungen wurden auch die Wechselwirkungen mit weiteren Regelkreisen untersucht. Im Speziellen wird der zeitgleiche Einsatz einer Q(U)-Regelung der PV-Anlagen und eines rONT analysiert. In einem Modell aus fünf PV-Anlagen an einer vereinfachten Niederspannungsnetzstruktur wird das Zusammenspiel der Regler getestet. Bisher konnte keine negative Beeinflussung festgestellt werden wobei diese Aussage jedoch noch nicht abschließend getroffen werden kann.

Im Rahmen des e-home-Projektes werden, um eine Verallgemeinerung der Aussagen vornehmen zu können, neben den realen e-home-Netzen synthetische Netzstrukturen verwendet. Es wurde ein Algorithmus entwickelt, der diese aus hinterlegten technischen Parametern modelliert, automatisiert Netzberechnungen auf der Basis geeigneter Lastannahmen und gegebenenfalls Netzausbaumaßnahmen durchführt sowie die Ergebnisse für die spätere Auswertung archiviert. Die Berechnungen gliedern sich nach den implementierten Szenarien Photovoltaik (Erzeugungsszenario), Wärmepumpe und Elektrofahrzeug (Lastszenarien), jeweils mit fünf unterschiedlichen Durchdringungen der entsprechenden technischen Komponenten. Neben der Abstimmung dieser Szenarien sind ferner die technischen Parameter und ihre jeweiligen Variationsbreiten an die real anzutreffenden Niederspannungsnetze der EAV angepasst worden. Der prinzipielle Aufbau der synthetischen Netzstrukturen ist Abbildung 3 zu entnehmen.

Da es sich hierbei um eine strangweise Betrachtung handelt, sind die übrigen Niederspannungs-



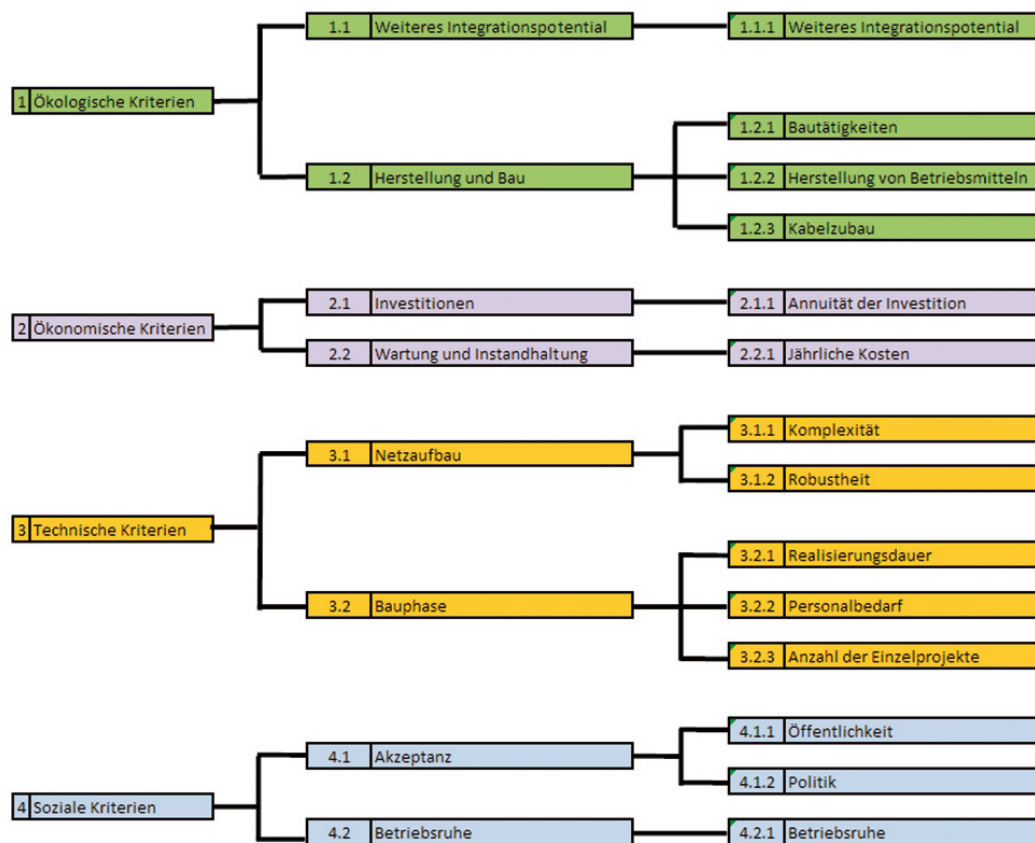


Abbildung 4: Kriterienhierarchie zur Bewertung zukunftsweisender Niederspannungsnetzstrukturen

abgänge über entsprechende Ersatzlasten an der Transformatorsammelschiene abgebildet worden. Zur Bildung der Ersatzlasten wird als Eingangsparameter die spezifische Transformatorleistung je Hausanschluss herangezogen und ebenfalls in mehreren Schritten variiert.

Werden vorgegebene Grenzwerte überschritten, muss das Netz ausgebaut werden. Dazu sind zwei Ansätze möglich: Methode 1 – klassische Netzverstärkung (wenn die Lastflussberechnung thermische Betriebsmittelüberlastungen feststellt, wird ein leistungsstärkerer Ortsnetztransformator verbaut und/oder der Leiterquerschnitt vergrößert, beziehungsweise ein Parallelkabel gelegt), Methode 2 – regelbarer Ortsnetztransformator und Netzverstärkung (wenn die Notwendigkeit

besteht, wird ein rONT verbaut beziehungsweise werden analog zur Methode 1 die Leitungen zusätzlich verstärkt).

Um einen effizienten und zukunftsweisenden Netzausbau sicherzustellen beziehungsweise den notwendigen Kapitaleinsatz entsprechend zu gestalten, müssen die technisch umsetzbaren Konzepte bewertet werden. Anhand ökologischer, ökonomischer, technischer und sozialer Kriterien wird das Einsatzpotential des rONT gegenüber einem konventionellen Netzausbau bestimmt. In den letzten Monaten sind dabei in einem intensiven Austausch zwischen den Projektpartnern die Bewertungskriterien sowie deren Gewichtung festgelegt worden. Eine Übersicht gibt Abbildung 4.



Abbildung 5: Zeitversatz bei der Berücksichtigung der Kosten für rONT in den Netzentgelten – mit Erweiterungsfaktor

Die Bewertung der beiden Netzausbauvarianten erfolgt über das Outranking-Verfahren PROMETHEE, bei dem für jede synthetische Netzstruktur eine Rangordnung der beiden Netzausbauvarianten (konventionell beziehungsweise mit rONT) durch paarweise Vergleiche der Alternativen für jedes Bewertungskriterium erstellt wird. Auf Grundlage dieser Ergebnisse kann dem Netzbetreiber

eine Empfehlung gegeben werden, welche Netzausbauvariante unter Berücksichtigung der ökologischen, ökonomischen, technischen und sozialen Bewertungskriterien zu bevorzugen ist.

Die juristische Begleitforschung untersuchte in den zurückliegenden Monaten unter anderem die Anerkennung bestimmter Kostenpositionen,

#### Welches Resümee ziehen Sie nach 2 Jahren Beteiligung am E-Home-Projekt? (Anzahl der Nennungen)

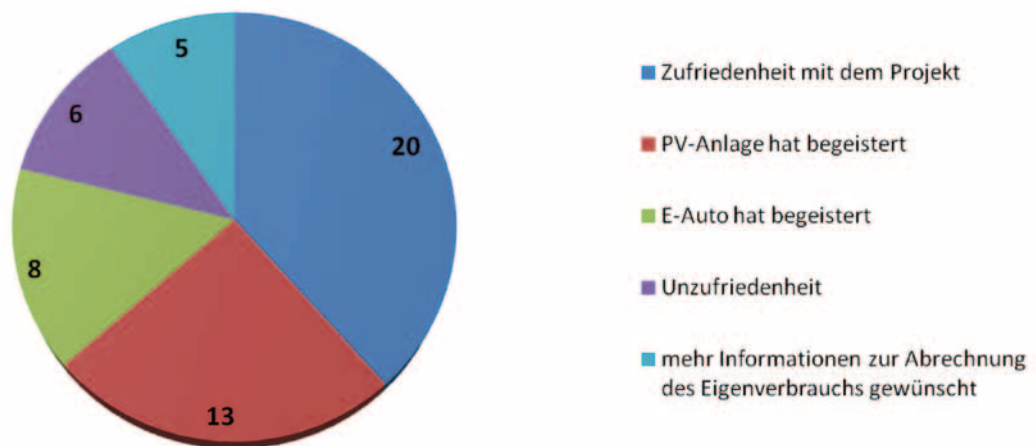


Abbildung 6: Exemplarischer Ergebnis der durchgeführten Interviewstudie zur Zufriedenheit der teilnehmenden Haushalte

wie die Kosten für „Smart Metering“ und rONT, in der Anreizregulierung. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Kosten für einen rONT höher sind als die eines konventionellen Transformators. Sie sind ein Teil der Netzkosten und unterliegen als beeinflussbare Kosten dem Effizienzvergleich. Dort wirken sie sich kurzfristig negativ, langfristig jedoch positiv auf die Erlösobergrenze des Netzbetreibers aus, sofern sie zukünftig Netzausbaukosten einsparen. Nach dem Grundsatz der Anreizregulierung werden die Kosten für rONT mit mehrjährigem Zeitversatz erstmals in den Netzentgelten berücksichtigt. Durch die Länge der Regulierungsperioden kann ein Zeitversatz von bis zu sieben Jahren entstehen. Im Rahmen des Projektes werden verschiedene Möglichkeiten wie zum Beispiel die Anwendung des Erweiterungsfaktors zur Reduzierung dieses Zeitversatzes diskutiert und deren Anwendung unter Berücksichtigung der regulatorischen Restriktionen für möglich gehalten.

Im Rahmen der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung wurde eine weitere Studie zur Akzeptanz und Zufriedenheit der am Projekt beteiligten Personen durchgeführt. 29 von 32 Teilnehmern waren zu einem Interview bereit, um Fragen zum Projekt zu beantworten. Die Mehrheit zieht ein positives Resümee aus den vergangenen zwei Projektjahren und zeigt (technisches) Interesse, besonders die PV-Anlage wird positiv bewertet. Jedoch wünschen sich die Teilnehmer mehr Informationen, zum Beispiel zur Bedienung der „Smart Meter“ oder technische Daten zur Klimaanlage. Durch das Projekt haben viele Teilnehmer ihr Verbrauchsverhalten in Richtung der Eigenverbrauchsoptimierung verändert. So werden elektrische Geräte zur Nutzung der eigenerzeugten Energie gezielt dann in Betrieb genommen, wenn die Sonne scheint.

Das Projekt wurde im August 2013 um weitere drei Jahre verlängert. Als zusätzliches Element wird EAV den teilnehmenden Haushalten die Integration eines Batteriespeichers anbieten. Die sich hieraus ergebenden technischen, rechtlichen, ökonomischen und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen werden zentraler Bestandteil der weiteren wissenschaftlichen Begleitforschung sein.

## Daten zum Projekt

**Vorhabenbezeichnung:**  
e-home Energieprojekt 2020

**Fördernde Stelle:**  
Avacon AG

**Laufzeit des Vorhabens:**  
01.11.2010 – 31.06.2013 (Phase 1)

**Berichtszeitraum:**  
01.07.2012 – 01.05.2013

**Verantw. Projektleiter:**  
Prof. Dr.-Ing. habil. Lutz Hofmann

**Projektkoordinator:**  
Dipl.-Ing. Andreas Becker

**E-Mail:** andreas.becker@efzn.de

**Internet:** [www.ehomeprojekt.de](http://www.ehomeprojekt.de)



Lutz Hofmann



Andreas Becker

# Forschungsverbund Geothermie und Hochleistungsbohrtechnik (gebo)

Erneuerbare Energien gewinnen für die Energieversorgung zunehmend an Bedeutung. Weltweit hat die Geothermie neben der Wasserkraft daran den zweitwichtigsten Anteil. Ihre wesentlichen Vorteile sind die Verfügbarkeit unabhängig von Tageszeiten, saisonalen Schwankungen und Witterungsbedingungen und damit ihr Substitutionspotential im Grundlastbereich sowie die Perspektiven für eine Energieversorgung unabhängig von fossilen Rohstoffen.

Die Nutzung der tiefen Erdwärme (Geothermie) soll zukünftig einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und einer zukunftsfesten Energieversorgung leisten. Für die Stromerzeugung aus geothermischer Energie sind die petrothermalen und einige hydrothermale Systeme von Bedeutung. Hydrothermale Systeme nutzen die Energie des im Untergrund vorhandenen Wassers. Petrothermale

Systeme nutzen die Energie, die im Gestein des Untergrundes gespeichert ist. Sie werden auch als „Hot-Dry-Rock (HDR)“ beziehungsweise „Enhanced Geothermal System (EGS)“ bezeichnet.

Für alle Nutzungsmöglichkeiten werden Tiefbohrungen benötigt. Eine Ausnahme stellen vulkanisch beeinflusste Gebiete dar (Abbildung 1).

Zur Gewährleistung ausreichend hoher Ergiebigkeiten hydrothermaler/petrothermalen Systeme werden durch Bohrungen gezielt natürlich vorhandene Rissysteme im Untergrund angesteuert beziehungsweise nach den Bohrungen künstlich erzeugt. Bis zum Jahr 2020 sollen in Deutschland 280 Megawatt Leistung zur geothermischen Stromerzeugung installiert sein. Nach 2020 wird mit einer Beschleunigung des Wachstums und einer installierten elektrischen Leistung von 850 Megawatt bis zum Jahr 2030 gerechnet.

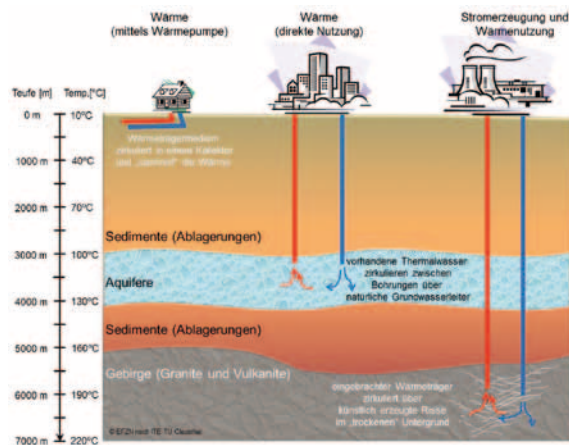


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Möglichkeiten zur Nutzung der Geothermie in Norddeutschland

Die aktuelle Technologie zur Herstellung von Tiefbohrungen ist angepasst an die Erfordernisse der Erdöl- und Erdgasindustrie. Erdöl- und Erdgasbohrungen werden hergestellt, um für die Dauer der Ausbeute eine zuverlässige Verbindung zwischen einer Lagerstätte im Untergrund und der Über Tageinstallation zu schaffen. Dies gilt grundsätzlich auch für Geothermiebohrungen, insbesondere für hydrothermale Bohrungen mit Endteufen von 3.000 bis 4.000 Metern. Deutlich andere Voraussetzungen im Vergleich zu Erdöl- und Erdgasbohrungen sind jedoch für die Bohrungen petrothermalen Systeme gegeben, mit denen die im „trockenen, harten“ Gestein gespeicherte thermische Energie gewonnen werden soll:

- die durchschnittliche Temperatur ist größer,
- das Endziel ist Hartgestein, zum Beispiel Vulkanit,
- für den Betrieb des Systems sind großflächige und nachhaltige, natürlich vorhandene oder



künstlich zu schaffende Wärmetauscher Voraussetzung,

- zur Begrenzung des hydraulischen Widerstands bei Produktion oder Injektion werden größere Fließquerschnitte gebraucht,
- die durchschnittliche Teufe ist größer.

Für diese ungünstigeren Bedingungen müssen neue Antworten gefunden werden (Abbildung 2).

Hier setzt der Forschungsverbund gebo mit dem Ziel an, neue Konzepte zur geothermischen Energiegewinnung in tiefen geologischen Schichten mit hoher Effizienz und Effektivität sowie geringerem geologischen und technischen Risiko zu entwickeln, um die bislang noch fehlende Wirtschaftlichkeit dieser regenerativen Energiequelle herzustellen. Trotz seiner eher moderaten Untergrundtemperaturen bringt Niedersachsen gute Voraussetzungen mit, um dieses Ziel zu erreichen: Es verfügt über ein beachtliches geothermisches Potenzial, die Kenntnisse über den geologischen Untergrund sind aufgrund der hier tätigen Erdöl- und Erdgasindustrie gut und die wissenschaftliche und industrielle Infrastruktur für Aufsuchung und Entwicklung des geologischen Untergrundes genießen eine anerkannt ausgezeichnete Reputa-

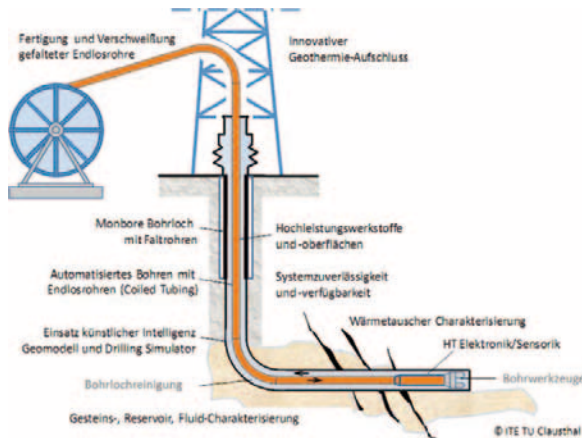


Abbildung 2: Das angestrebte Bohrkonzert innerhalb des Forschungsverbundes gebo mit den dazugehörigen Themengebieten, die in den jeweiligen Forschungsschwerpunkten abgearbeitet werden.

## Daten zum Projekt

### Vorhabenbezeichnung:

Niedersächsischer Forschungsverbund Geothermie und Hochleistungsbohrtechnik (gebo)

### Fördernde Stelle:

Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur  
Baker Hughes INTEQ GmbH

### Förderkennzeichen:

ZN2481, ZN2525, ZN2649, ZN2741

### Laufzeit des Vorhabens:

01.02.2009 – 31.01.2014

### Berichtszeitraum:

01.02.2009 – 31.12.2013

### Verantw. Projektleiter:

Prof. Dr. Kurt M. Reinicke

### Projektkoordinator:

Dipl.-Ing. Frank Mattioli

E-Mail: [frank.mattioli@efzn.de](mailto:frank.mattioli@efzn.de)

Internet: [www.gebo-nds.de](http://www.gebo-nds.de)



Kurt M. Reinicke



Frank Mattioli

tion. Die Erschließung tiefergeothermischer Energie ist bisher allerdings mit hohen Kosten und Risiken verbunden. Sie resultieren insbesondere aus der aufwändigen Herstellung der notwendigen Tiefbohrungen und der erforderlichen geologischen Wärmetauscher. Mit der Fokussierung seiner Anstrengungen auf innovative Aspekte bei der Herstellung von Bohrungen und der Entwicklung untertägiger Wärmetauscher adressiert der Verbund genau die Bereiche eines Geothermieprojektes, in denen die Kosten (etwa 70 Prozent Anteil an den Gesamtinvestitionen) und die Risiken am größten sind.

Das übergeordnete Ziel des Forschungsverbundes gebo ist es, wesentliche und wissenschaftlich hochwertige Beiträge zu einer zukünftigen, sicheren Bohrungsherstellung unter niedersachsentypischen „Hot-Hard-Rock“-Bedingungen und deren Ausbau zu Geothermiebohrungen mit nachhaltigen geologischen Wärmetauschern zu leisten. Die Arbeiten des Verbundes sollen dazu beitragen:

#### Projektpartner

##### Projektkoordination:

- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen

##### Forschungsstellen:

- TU Braunschweig
- Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
- TU Clausthal
- Universität Göttingen
- Universität Hannover
- Leibnitz-Institut für Angewandte Geophysik
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

##### Berater

- Baker Hughes INTEQ GmbH



Abbildung 3: Der Forschungsverbund gebo mit seinen vier Schwerpunkten Geosystem, Bohrtechnik, Werkstoffe, Techniksystem eingebettet in die globale Entwicklungsaktivitäten der Firma Baker Hughes

- die Bohrkosten zu senken,
- die Bohrtechnologie für den Einsatz in hartem und heißem Gestein sicherer zu machen,
- das Fündigkeitsrisiko zu reduzieren.

Das Ziel soll durch die Erforschung hochinnovativer Technologieansätze als Module eines Gesamtkonzepts für neuartige Verfahren zur Herstellung tiefer Geothermiebohrungen in harten Gesteinschichten, in interdisziplinärer Zusammenarbeit von Ingenieuren und Wissenschaftlern und in Kooperation von Industrie und Wissenschaft erreicht werden (Abbildung 3).

Im Einzelnen sollen

- Technologien für eine angemessene Erfassung und Charakterisierung des geologischen Untergrundes entwickelt werden,
- hohe Bohrungsergiebigkeiten durch nachhaltige geologische Wärmetauscher sichergestellt werden,
- Ansätze und Konzepte zur Senkung der für Geothermie-Kraftwerke dominierenden Herstellungskosten von Tiefbohrung aufgezeigt und erforscht werden,
- kritische Beiträge für die Ermöglichung eines sicheren Einsatzes moderner Bohrtechnik auf Temperaturen >200 Grad Celsius geleistet werden,

- der Aufschluss von Hartgestein durch neue Materialien und Werkzeuge verbessert werden,
- technische Risiken aufgrund von hohen Temperaturen und Förderraten, wechselnden Beanspruchungen, Salzbelastung, et cetera beherrschbar gemacht werden.

Der Forschungsverbund gebo vereint die traditionellen Stärken der beteiligten niedersächsischen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in den Geowissenschaften, der Bohrtechnik, den Werkstoffwissenschaften und den Technischen Systemen. Über 40 Wissenschaftler und Ingenieure arbeiten im Verbund interdisziplinär zusammen, um neue Konzepte, Werkstoffe und Bauteile zu entwickeln und zu bewerten.

In gebo arbeiten Wissenschaftler und Mitarbeiter verschiedener niedersächsischer Einrichtungen und Universitäten in vier Schwerpunkten zusammen: Geosystem, Bohrtechnik, Techniksystem und Werkstoffe. Zur stärkeren Verknüpfung der vier Schwerpunkte ist ein Lenkungsausschuss eingerichtet, dem die Schwerpunktkoordinatoren, der Sprecher des Verbundes und die Vertreter der Industriepartner angehören. Als beratende Stütze steht dem Lenkungsausschuss der Beirat zu Seite, insbesondere bei Fragen zur Einhaltung wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und energiepolitischer Zielsetzungen. Daneben ist zur Unterstützung des Sprechers und des Lenkungsausschusses eine Geschäftsstelle am EFZN eingerichtet.

Im September 2011 wurde der Forschungsverbund im Auftrag des Ministeriums für Wissenschaft und Kultur durch die Wissenschaftliche Kommission Niedersachsen begutachtet. Im Bericht heißt es: Die Gutachtergruppe stuft gebo aus regionaler, nationaler und internationaler Sicht als innovatives Vorreiterprojekt ein, das wesentliche Beiträge dazu leisten kann, den Ausbau der (grundlastfähigen) Tiefen Geothermie in der Fläche und mit großen Kraftwerken als wichtigen Baustein in einem künftigen Mix der Erneuerbaren Energien voranzutreiben. Die Einrichtung von gebo (vor der durch die Bun-



Abbildung 4: Im fachlichen Diskurs – Professor Dr.-Ing. Gioia Falcone, Institut für Erdöl- und Erdgastechnik (ITE) der TU Clausthal, Abteilung Geothermal Engineering & Integrated Energy Systems (Bildmitte), Professor Dr. Ugur Yaramanci, Direktor des Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (rechts) und Professor Dr.-Ing. Hans-Peter Beck, Vorstand des EFZN (links)

desregierung 2011 eingeleiteten Energiewende) sei mutig, visionär und im Rückblick genau zur richtigen Zeit erfolgt. Nirgendwo in Kontinentaleuropa seien die Voraussetzungen für die Bearbeitung eines derartigen Verbundprojekts so gut wie in Niedersachsen, da hier eine ideale Konstellation von universitären und außeruniversitären Einrichtungen sowie von weltweit agierenden Industrieunternehmen (vor allem Baker Hughes, Celle) anzutreffen sei.

Die Gutachter sind der Auffassung, dass die in gebo adressierten Themen unbedingt über das Projektende in 2014 hinaus fortgeführt werden sollten. In jedem Fall werden jedoch das Land Niedersachsen und die Industrie von Gutachterseite ausdrücklich ermutigt, sich über das Ende von gebo hinaus weiterhin und nachhaltig in der Geothermie- und Bohrtechnikforschung zu engagieren. So findet gebo unter anderem mit dem Drilling Simulator Celle (siehe entsprechende Darstellung zuvor) seine Verstetigung.









## Anhang

# 4

## Gremien des EFZN

### Vorstand 2012/2013

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans-Jürgen Appelrath  
(Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg)  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck  
(Technische Universität Clausthal,  
Vorstandsvorsitzender)  
Prof. Dr.-Ing. Michael Kurrat  
(Technische Universität Braunschweig,  
stellv. Vorstandsvorsitzender)  
Prof. Dr. Leonhard Ganzer  
(Technische Universität Clausthal)  
Prof. Dr. Jutta Geldermann  
(Georg-August-Universität Göttingen)  
Prof. Dr.-Ing. Axel Mertens  
(Leibniz Universität Hannover)  
Prof. Dr. Wolfgang Schade  
(Technische Universität Clausthal)

### Kuratorium 2012/2013

Prof. Dr. Carsten Agert  
(Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg,  
stellv. Vorsitzender)  
Prof. Dr.-Ing. Michael Beckmann  
(Technische Universität Dresden,  
stellv. Vorsitzender)  
Dr. Werner Brinker  
(EWE AG)  
Rüdiger Eichel  
(Nds. Ministerium für Wirtschaft und Kultur)  
Dr. Daniel Gelmeke  
(Nds. Ministerium für  
Umwelt und Klimaschutz, 2012)  
Matthias Herzog  
(E.ON Avacon AG)  
Dr. Gerd Höher  
(Nds. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft,  
Verbraucherschutz und Landesentwicklung)  
Prof. (em.) Dr.-Ing. Michael Jischa  
(Technische Universität Clausthal, 2012)  
MR Michael Lindenthal  
(Nds. Ministerium für  
Umwelt und Klimaschutz, seit 2013)  
Prof. Dr. Bernward Märländer  
(Georg-August-Universität Göttingen)

Prof. Dr. habil. Dominik Möst  
(Technische Universität Dresden, seit 2013)  
Hubert Ovenhausen  
(Siemens AG, Vorsitzender)  
Prof. Dr. Andreas Rausch  
(Technische Universität Clausthal, seit 2013)  
Prof. Dr.-Ing. Christian Rehtanz  
(Technische Universität Dortmund, 2012)  
Prof. Dr. Ulrich Reimers  
(Technische Universität Braunschweig)  
Norbert Conrad  
(Nds. Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Verkehr)  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Seume  
(Leibniz Universität Hannover)  
Ralph Schaper  
(Salzgitter AG, seit 2013)  
Prof. Dr. Ugur Yaramanci  
(Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik)

### Mitgliederversammlung 2012/2013

Prof. Dr. Arnold Adam  
Prof. Dr. Dr. h.c. Hans-Jürgen Appelrath  
Prof. Dr.-Ing. Christos Argiris  
Prof. Dr. mult. Dr. h.c. Müfit Bahadır  
Prof. Dr. Friedrich H. Balck  
Prof. Dr. Gottfried Heinrich Bauer  
Prof. Dr. Hans-Peter Beck  
Prof. Dr. Dirk Bohne  
Prof. Dr. Günter Borchardt  
Prof. Dr. Carsten Brauckmann  
Prof. Dr. Michael H. Breitner  
Prof. Dr. Rolf Brendel  
Prof. Dr. Gunther Brenner  
Prof. Dr. habil. Günther Buntebarth  
Prof. Dr. Wolfgang Busch  
Prof. Dr. Wolf-Rüdiger Canders  
Prof. Dr. Jürgen Caro  
Prof. Dr. Michael Demuth  
Prof. Dr. Joachim Deubener  
Prof. Dr. Norbert Dichtl  
Prof. Dr. Frank Endres  
Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel  
Prof. Dr. Mathias Erlei  
Prof. Dr. Wolfgang Ertmer  
Prof. Dr. Gioia Falcone  
Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich

Prof. Dr. Manfred Norbert Fisch  
 Prof. Dr. Klaus Fricke  
 Prof. Dr. Holger Fritze  
 Prof. Dr. Leonhard Ganzer  
 Prof. Dr. Jutta Geldermann  
 Prof. Dr. Gerhard Gerold  
 Prof. Dr. Eberhardt Gock  
 Prof. Dr. Ernst Gockenbach  
 Prof. Dr. Daniel Goldmann  
 Prof. Dr. Agust Gudmundsson  
 Prof. Dr. Hans-Jürgen Gursky  
 Prof. Dr. Bent T. Hansen  
 Prof. Dr. Jürgen G. Heinrich  
 Prof. Dr. Lutz Hofmann  
 Prof. Dr. Michael Z. Hou  
 Prof. Dr. Diethelm Johannsmann  
 Prof. Dr. Christian Jooss  
 Prof. Dr. Martin Kappas  
 Prof. Dr. Dieter Kaufmann  
 Prof. Dr. Detlef Kip  
 Prof. Dr. Jürgen Köhler  
 Prof. Dr. Lutz M. Kolbe  
 Prof. Dr. Torsten Körber  
 Prof. Dr. Günter Kosyna  
 Prof. Dr. Wolfgang Kowalski  
 Prof. Dr. Johann Kranz  
 Prof. Dr. Per Krusche  
 Prof. Dr. Gunther Kühne  
 Prof. Dr. Werner F. Kuhs  
 Prof. Dr. Hans-Joachim Kümpel  
 Prof. Dr. Ulrich Kunz  
 Prof. Dr. Michael Kurrat  
 Prof. Dr. Arno Kwade  
 Prof. Dr. Norbert Lamersdorf  
 Prof. Dr. Oliver Langefeld  
 Prof. Dr. Reinhard Leithner  
 Jun.-Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff  
 Prof. Dr. Wolfgang Lücke  
 Prof. Dr.-Ing. habil. Karl-Heinz Lux  
 Prof. Dr. Thomas Mann  
 Prof. Dr. Rainer Marggraf  
 Prof. Dr. Jürgen Meins  
 Prof. Dr. Kurt Mengel  
 Prof. Dr. Roland Menges  
 Prof. Dr. Axel Mertens  
 Prof. Dr. Norbert Meyer  
 Prof. Dr.-Ing. Dietmar P. F. Möller  
 Prof. Dr. Uwe Morgner

Prof. Dr. Jörg Müller  
 Prof. Dr.-Ing. Joachim Müller-Kirchenbauer  
 Prof. Dr. Wolfgang Nebel  
 Prof. Dr. Bernard Nacke  
 Prof. Dr. Bernd R. Oswald  
 Prof. Dr. Heinz Palkowski  
 Prof. Dr. Jürgen Parisi  
 Prof. Dr. Joachim Peinke  
 Prof. Dr. Wolfgang Pfau  
 Prof. Dr. Walter Pohl  
 Prof. Dr. Gerhard Poll  
 Prof. Dr. Bernd Ponick  
 Prof. Dr. Karl-Heinz Pörtge  
 Prof. Dr. Günter Pusch  
 Prof. Dr. Rolf Radespiel  
 Prof. Dr. Andreas Rausch  
 Prof. Dr. Kurt M. Reinicke  
 Prof. Dr. Harald Richter  
 Prof. Dr. Klaus-Jürgen Röhlig  
 Prof. Dr. Ilona Rolfes  
 Prof. Dr. Karl-Heinz Rosenwinkel  
 Prof. Dr. Joachim Rösler  
 Prof. Dr. Hans Ruppert  
 Prof. Dr. Peter Salje  
 Prof. Dr. Martin Sauter  
 Prof. Dr. Daniel M. Schaadt  
 Prof. Dr. Wolfgang Schade  
 Prof. Dr. Peter Schaumann  
 Prof. Dr. Heike Y. Schenk-Mathes  
 Prof. Dr. rer. nat. habil. Gudrun Schmidt  
 Prof. Dr. Peter Schmuck  
 Prof. Dr.-Ing. Reinhard Scholz  
 Prof. Dr. Hubert Schwarze  
 Prof. Dr. Jörg Seume  
 Prof. Dr. Michael Sonnenschein  
 Prof. Dr. Thomas S. Spengler  
 Prof. Dr. Joachim Stahlmann  
 Prof. Dr. Peter-Tobias Stoll  
 Prof. Dr. Ludwig Theuvsen  
 Prof. Dr. Hossein Tudeshki  
 Prof. Dr. Thomas Turek  
 Prof. Dr. Cynthia A. Volkert  
 Prof. Dr. Andreas Waag  
 Prof. Dr. Roman Weber  
 Prof. Dr. Heinz Wenzl  
 Prof. Dr. Volker Wesling  
 Prof. Dr. Hartmut Weyer  
 Prof. Dr. Klaus-Peter Wiedmann

Prof. Dr. Jutta Winsemann  
Prof. Dr. Albrecht Wolter  
Prof. Dr. Gerhard Ziegmann  
Jun.-Prof. Dr. Enno Bahrs  
Jun.-Prof. Dr. Scient. Sonja Philipp  
Jun.-Prof. Dr. Hans-Jörg von Mettenheim  
Dr. Rüdiger Mautz  
Dr. Catalin Teodoriu

## **Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen**

### **Verwaltung und Technik 2012/2013**

Dr. Michael Assmann  
Katharina Bathcke  
Merle Behrens  
Andreas Bierwirth  
Dr. jur. Wolfgang Dietze  
Andrea Freistein-Schade, M.A.  
Christoph Gröger  
Pascal Heinichen  
Dipl.-EU-Sekretärin Jessica Heinicke  
Manuel Juhrs, B.A.  
Kerstin Jur  
Dipl.-Bibl. (FH) Nadine Kleinander  
Sebastian Klose  
Rüdiger Krosch  
Dirk Lichtenberg  
Dipl.-Ing. (FH) Siliva Löffelholz  
Dipl.-Ing. Frank Mattioli  
Thorsten Mietz  
Karin Peya  
Christine Policha  
Wolfgang Schrader  
Dr. Jens-Peter Springmann  
Mario Stieglitz  
Fee Strahler  
Heike Stucki-Bammel  
Dipl.-Päd. Anna Tietze  
Marco Tödteberg  
Karolin Warnecke  
Jörg Zellmer

### **Wissenschaft 2012 / 2013**

Jan Ahmels, M.A.  
Ibrahim Ajala, M.Sc.  
Dipl.-Phys. Daniel Albrecht

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Katharina Amann  
Dipl.-Chem. Nadia Aoun  
Dipl.-Ing. Roger Aragall  
Dipl.-Ing. Pablo Ballesteros Pazo  
Dipl.-Ing. Andreas Becker  
Dipl.-Ing. Maik Becker  
Dr.-Ing. Ralf Benger  
Dipl.-Ing. Abdelhamid Bentaleb  
Dipl.-Phys. Konrad Bethmann  
Gregor Beyer, B.A.  
Dipl.-Ing. Katrin Beyer  
Dipl.-Ing. Marina Bockelmann  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Saskia Bonitz  
Dr. rer. nat. Natalia Borisenko  
Dr. rer. nat. Elke Bozau  
Dipl.-Geophys. Katrin Breede  
Dr. rer. nat. Timo Carstens  
Dipl.-Ing. Yasin Cengiz Celik  
Chuantao Chen, M.Sc.  
Dipl.-Ing. Yong Chen  
Dr. Luiz da Silva Gasparotto  
Zhenua Dai, M.Sc.  
Dipl.-Ing. Holger Derlien  
Dr. Antonio Rodolfo dos Santos  
Dr.-Ing. Claudia Eichhorn  
Dipl.-Ing. Architekt Philipp Eickmeyer  
Dipl.-Ing. Nikola Sophia Ell  
Farzaneh Fattahi-Comjani, M.Sc.  
Bergrat Olaf Franz  
Dipl.-Ing. Jens Friedland  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Anne Friedrichs  
Dipl.-Ing. Iska Gedzius  
Maria Geng  
Dipl.-Math. Gunner Gewiß  
Dipl.-Phys. Thomas Gimpel  
Yang Gou, M.Sc.  
Dr.-Ing. Heiner Grimm  
Dipl.-Ing. Daniel Gröger  
Dipl.-Phys. Kay-Michael Günther  
Birger Hagemann, M.Sc.  
Dipl.-Ing. Torsten Hager  
Dipl.-Phys. Samir Hammadi  
Dipl.-Ing. Katrin Harting  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Franziska Heidecke  
Dipl.-Math. Wiebke Heins  
Dipl.-Phys. Raoul Heyne  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Steven Hotopp  
Dr. Donghzi Hu



Dipl.-Ing. Carolin Jahn  
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gunnar Kaestle  
 Dipl.-Ing. Friederike Kaiser  
 Dr. Knut Kappenberg  
 Dipl.-Chem. Jörg Kleiner  
 Dipl.-Ing. Andreas Köppen  
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Karolina Koring  
 Dipl.-Geow. Tobias Kracke  
 Dipl.-Ing. Torben Küster  
 Dipl.-Phys. Frank Küwen  
 Dipl.-Chem. Rafael Kuwertz  
 Dr. Abhishek Lahiri  
 Dr. Lars-Peter Lauven  
 Dipl.-Phys. Christian Lehmann  
 Ass. jur. Franziska Lietz  
 Ass. jur. Ulrich Lindemann  
 Zhen Liu, M.Eng.  
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Tobias Lühn  
 Dipl.-Phys. Peter Lützow  
 Xuan Luo, M.Sc.  
 Dipl.-Phys. Christian Jürgen Mayer  
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Angelique Mesch  
 Sebastian Mezger, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Christine Minke  
 Dipl.-Phys. Mario Mordmüller  
 Dipl.-Ing. Soroush Nakhaie  
 Christoph Neumann, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Alexander Oberland  
 Mark Olschewski, M.Sc.  
 Dipl.-Chem.-Ing. Pavlos Pandis  
 Parimal Arjun Patil, M.Sc.  
 Carlos Andres Paz Carvajal, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Ralf Peix  
 Nelson Perozo Baptista, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Markus Peter  
 Florian Pöschke, M.Eng.  
 Dr.-Ing. Alexandru Popa  
 Dr. Alexandra Prowald  
 Dr. Giridhar Pulletikurthi  
 Meishan Qi, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Dawei Qi  
 Dipl.-Chem. Hans-Ulrich Reichardt  
 Dipl.-Ing. Laurens Reining  
 Dr. Denny Richter  
 Dipl.-Ing. Jens-Christian Riede  
 Dr. Gottfried Römer  
 Augustinas Ruibys, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Sebastian Runge

Dipl.-Inform. Serge Alexander Runge  
 Dipl.-Ing. Petros Sakkas  
 Dipl.-Kfm. David Sauss  
 Joachim Schaff, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Verena Schild  
 Dipl.-Phys. Wolfgang Schippers  
 Dipl.-Ing. Alicja Schlange  
 Dipl.-Geoökol. Maike Schmehl  
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marko Schmidt  
 Dipl.-Phys. Silja Schmidtchen  
 Ass. jur. Diana Schneider  
 Dipl.-Ing. Raimund Schnieder  
 Lucas Schubert, M.A.  
 Dr.-Ing. Michal Schulz  
 Dipl.-Ing. Benjamin Schwake  
 Dipl.-Ing. (FH) Jana Seelig  
 Yaroslava Selenskikh, M.Sc.  
 Maryam Shapouri Ghazvini, M.Eng.  
 Dipl.-Ing. Lei Shi  
 Dipl.-Math.-Techno. Roger Sonwa  
 Dr.-Ing. Georgi Sourkouni-Argirusi  
 Dipl.-Ing. Lena Spitzcok von Brisinski  
 Dipl.-Ing. Sebastian Stenger  
 Dr.-Ing. Andrej Stranz  
 Dipl.-Ing. Eric Tchoupou Lando  
 Marcel Thiele, M.Eng.  
 Dipl.-Ing. Anja Ufkes  
 Dipl.-Ing. Johannes Umbach  
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian van Cayzeele  
 Dr. rer. nat. Florian Voigts  
 Dipl.-Ing. Sebastian Wagner  
 Qun Wang, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Yong Wang  
 Dipl.-Phys. Ruoli Wang  
 Jonas Wegner, M.Sc.  
 Dr. rer. nat. Martina Weichmann  
 Dipl.-Phys. Anke Weidenfelder  
 Dr. Patrick Were  
 Dipl.-Ing. Benjamin Werther  
 Dr. rer. nat. Ulrike Willer  
 Dipl.-Phys. Hendrik Wulfmeier  
 Dipl.-Ing. Lars Wundram  
 Dipl.-Geograph André Wüste  
 Wei Xing, M.Sc.  
 Dipl.-Ing. Can Yilmaz  
 Dipl.-Ing. Qi Zhao  
 Lei Zhou, M.Sc.  
 Dr.-Ing. Jens zum Hingst

## Monographien

### 2013

Hou, Michael Z.; Xie, Heping; Were, Patrick:  
*Clean energy systems in the subsurface: production, storage and conversion : proceedings of the 3rd Sino-German Conference "Underground Storage of CO2 and Energy", Goslar, Germany, 21.-23. May 2013*  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-37848-5

Grahl, Isabella:  
*Identifikation und Erschließung innovativer Wachstumspotenziale von Energieversorgungsunternehmen im Privatkundensegment*  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-571-6  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen; Bd.17)

Busch, Wolfgang; Kaiser, Friederike:  
*Unkonventionelle Pumpspeicher – Schlüsseltechnologie der zukünftigen Energielandschaft? : Tagungsband zum Forum „Unkonventionelle Pumpspeicher“ Goslar, 21. und 22. November 2013*  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-538-9  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen; Bd.16)

Arbeitsgruppe Energiespeicher:  
*Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der Systemsicherheit*  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-439-9  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen; Bd.13)

### 2012

Neumann, Christoph; Schmidt, Marko; Siemer, Heinz; Springmann, Jens-Peter; Beck, Hans-Peter; Busch, Wolfgang:  
*Abschätzung der Wirtschaftlichkeit zur Errichtung und des Betriebes eines untertägigen Pumpspeicherwerkes: Studie im Auftrag der Volkswagen Kraftwerk GmbH*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-9540430-6-4  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen; Bd.9)

Beck, Hans-Peter; Schmidt, Marko:  
*Windenergiespeicherung durch Nachnutzung stillgelegter Bergwerke – Kurzbericht*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-9540409-5-7  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen; Bd.7)

Werther, Benjamin; Becker, Andreas; Wehrmann, Ernst-August; zum Hingst, Jens; Beck, Hans-Peter:  
*Orientierungsstudie Regelbare Ortsnetztransformatoren*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-95404-089-6  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen; Bd.6)

Pelczar, Christopher:  
*Mobile virtual synchronous machine for vehicle-to-grid applications*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-95404-064-3  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen; Bd.5)

Beck, Hans-Peter; Hofmann, Lutz; Runge, Karsten; Weyer, Hartmut; Dietze, Wolfgang:  
*BMU-Studie „Ökologische Auswirkungen von 380-kV-Erdleitungen und HGÜ-Erdleitungen“: (Laufzeit: 01.10.2009 –21.12.2011); Bd. 1:*

*Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-95404-023-0  
(Schriftenreihe des Energieforschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.4,1)

Runge, Karsten; Meister, Philipp;  
Rottgardt, Elena:  
*BMU-Studie „Ökologische Auswirkungen von  
380-kV-Erdleitungen und HGÜ-Erdleitungen“:*  
(*Laufzeit: 01.10.2009 - 21.12.2011*); Bd. 2:  
*Bericht der Arbeitsgruppe Umwelt*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-95404-024-7  
(Schriftenreihe des Energieforschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.4,2)

Hofmann, Lutz; Mohrmann, Michael;  
Rathke, Christian:  
*BMU-Studie „Ökologische Auswirkungen von  
380-kV-Erdleitungen und HGÜ-Erdleitungen“:*  
(*Laufzeit: 01.10.2009 - 21.12.2011*); Bd. 3:  
*Bericht der Arbeitsgruppe Technik/Ökonomie*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-95404-025-4  
(Schriftenreihe des Energieforschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.4,3)

Weyer, Hartmut; Mann, Thomas;  
Schneider, Diana:  
*BMU-Studie „Ökologische Auswirkungen von  
380-kV-Erdleitungen und HGÜ-Erdleitungen“:*  
(*Laufzeit: 01.10.2009 - 21.12.2011*); Bd. 4:  
*Bericht der Arbeitsgruppe Recht*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-95404-026-1  
(Schriftenreihe des Energieforschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.4,4)

Appelrath, Hans-Jürgen (Hrsg.); Kagermann,  
Henning (Hrsg.); Mayer, Christoph (Hrsg.):  
*Future energy grid: migration to the  
internet of energy*  
München: acatech, 2012  
ISBN 978-91-87253-06-5  
(acatech STUDY)

Appelrath, Hans-Jürgen (Hrsg.); Kagermann,  
Henning (Hrsg.); Mayer, Christoph (Hrsg.):  
*Future Energy Grid : Migrationspfade  
ins Internet der Energie*  
Berlin: Springer, 2012  
ISBN 978-3-642-27863-1  
(acatech STUDIE)

Appelrath, Hans-Jürgen; Lehnhoff, Sebastian;  
Rohjans, Sebastian; König, Andreas:  
*Hybridnetze für die Energiewende:  
Forschungsfragen aus Sicht der IKT*  
München: acatech, 2012  
ISBN 978-3-942044-33-2  
(acatech MATERIALIEN)

## Dissertationen

### 2013

Hager, Torsten:  
*Prozessbegleitende Erdgasverteilnetzsimulation  
mit vorgesteuertem Knotenlastbeobachter bei  
unvollständiger Messinfrastruktur (ProGasSim)*  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-489-4  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.15)

Nielsen, Lasse:  
*GuD-Druckluftspeicherkraftwerk mit  
Wärmespeicher*  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-488-7  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.14)

Tchouka Singhe, Arron A.:  
*Prediction of pressure and temperature in CO<sub>2</sub>  
injection wells based on analytical modeling*  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-405-4  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.12)

Benger, Ralf:  
*Dynamisches Verhalten von umrichter-  
gespeisten Energiespeichersystemen*  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-371-2  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.11)

Schippers, Wolfgang:  
*Spektroskopie mit geformten  
Femtosekundenlaserpulsen*  
Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger, 2013  
ISBN 978-3-86948-257-6

Qi, Dawei:  
*Optimierung von Hochtemperaturwärmespeichern  
für ein Druckluftspeicherkraftwerk*  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-2096-0

## 2012

Dietze, Wolfgang:  
*Internationale Endlagerung radioaktiver Abfälle:  
eine völker- und europarechtliche Untersuchung  
unter besonderer Berücksichtigung der regionalen  
Endlagerung in Europa*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-9540430-5-7  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.10)

Bo, Li:  
*Simulation and capacity calculation in real  
German and European interconnected gas  
transport systems*  
Göttingen: Cuvillier, 2012  
ISBN 978-3-9540425-3-1  
(Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums  
Niedersachsen; Bd.8)

## Beiträge in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

### 2013

Fattahi Comjani, F.; Willer, U.;  
Kontermann, S.; Schade, W.:

*Modelling the growth of ZnO nanocombs  
based on the piezoelectric effect*  
AIP Advances – Bd. 3 (2013), H. 10, S. 102102

Saring, Philipp; Baumann, Anna Lena;  
Schlieper-Ludewig, Bettina; Kontermann, Stefan;  
Schade, Wolfgang; Seibt, Michael:  
*Electronic and structural properties of femtosecond  
laser sulfur hyperdoped silicon pn-junctions*  
Applied Physics Letters – Bd. 103 (2013), H. 6,  
S. 061904

Guenther, Kay-Michael; Gimpel, Thomas;  
Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:  
*Investigation of the sulfur doping profile in  
femtosecond-laser processed silicon*  
Applied Physics Letters – Bd. 102 (2013),  
H. 20, S. 202104

Teodoriu, Catalin; Springmann, Jens-Peter;  
Beck, Hans-Peter:  
*Drilling Simulator Celle – Tiefbohrversuchsanlage  
für die Energiegewinnung aus dem Untergrund*  
Bbr: Leitungsbau, Brunnenbau, Geothermie –  
Bd. 64 (2013), H. 12, S. 34–39

Bremer, Jörg; Sonnenschein, Michael:  
*Model-based integration of constrained  
search spaces into distributed planning  
of active power provision*  
Computer Science and Information Systems –  
Bd. 10 (2013), H. 4, S. 1823–1854

Kuwertz, Rafael; Gonzalez Martinez, Isai;  
Vidakovic-Koch, Tanja; Sundmacher, Kai;  
Turek, Thomas; Kunz, Ulrich:  
*Energy-efficient chlorine production by gas-phase  
HCl electrolysis with oxygen depolarized cathode*  
Electrochemistry Communications – Bd. 34  
(2013), S. 320–322

Ivanov, S.; Cheng, L.; Wulfmeier, H.; Albrecht, D.;  
Fritze, H.; Bund, A.:  
*Electrochemical behavior of anodically obtained  
titania nanotubes in organic carbonate and ionic  
liquid based Li ion containing electrolytes*  
Electrochimica Acta – Bd. 104 (2013), S. 228–235



Liu, Z.; Zein El Abedin, S.; Endres, F.:  
*Electrodeposition of zinc films from ionic liquids and ionic liquid/water mixtures*  
Electrochimica Acta – Bd. 89 (2013), S. 635–643

Zhou, Lei; Hou, Michael Z.:  
*A new numerical 3D-model for simulation of hydraulic fracturing in consideration of hydro-mechanical coupling effects*  
International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences – Bd. 60 (2013), S. 370-380

Albrecht, D.; Wulfmeier, H.; Ivanov, S.; Bund, A.; Fritze, H.:  
*Electrochemical performance of ionic liquid-molybdenum disulfide Li-ion batteries*  
Journal of Applied Electrochemistry – Bd. 43 (2013), H. 6, S. 559-565

Wulfmeier, Hendrik; Albrecht, Daniel; Ivanov, Svetlozar; Fischer, Julian; Ulrich, Sven; Bund, Andreas; Fritze, Holger:  
*High-temperature thin-film calorimetry: a newly developed method applied to lithium ion battery materials*  
Journal of Materials Science – Bd. 48 (2013), H. 19, S. 6585-6596

Pulletikurthi, G.; Lahiri, A.; Carstens, T.; Borisenko, N.; Zein El Abedin, S.; Endres, F.:  
*Electrodeposition of silicon from three different ionic liquids: possible influence of the anion on the deposition process*  
Journal of Solid State Electrochemistry – Bd. 17 (2013), H. 11, S. 2823-2832

Liu, Z.; Prowald, A.; Zein El Abedin, S.; Endres, F.:  
*Template-assisted electrodeposition of highly ordered macroporous zinc structures from an ionic liquid*  
Journal of Solid State Electrochemistry – Bd. 17 (2013), H. 4, S. 1185-1188

Pudlo, D.; Henkel, S.; Gaupp, R.;  
the H2STORE Team:  
*Chemical reactions of hydrogen in depleted gas reservoirs – a major research topic of the H2STORE project*  
Mineralogical Magazine – Bd. 77 (2013), H. 5, S. 2003

dos Santos, Antonio Rodolfo; Hickmann, Thorsten; Kundler, Isabel; Turek, Thomas; Kunz, Ulrich:  
*Energiespeicher: Integration und Charakterisierung von Dichtungen und Rahmen in Bipolarplatten für Vanadium Redox-Flow Batterie-Anwendungen*  
Mitteldeutsche Mitteilungen – Bd. 22 (2013), H. 4, S. 18–19

Endres, Frank:  
*Freestanding metal nanowires and macroporous materials from ionic liquids for battery applications*  
MRS Bulletin – Bd. 38 (2013), H. 7, S. 567–571

Richter, Denny; Schulz, Michal; Sakharov, Sergey; Davis, Zachary J.; Fritze, Holger:  
*Surface acoustic wave devices: materials stability in harsh environments*  
MRS Proceedings – Bd. 1519 (2013), S. mm03–29

Wulfmeier, Hendrik; Albrecht, Daniel; Ivanov, Svetlozar; Fischer, Julian; Grieseler, Rolf; Schaaf, Peter; Ulrich, Sven; Bund, Andreas; Fritze, Holger:  
*Thin film calorimetry – device development and application to lithium ion battery materials*  
MRS Proceedings – Bd. 1496 (2013), S. j16–06

Albrecht, Daniel; Wulfmeier, Hendrik; Ivanov, Svetlozar; Bund, Andreas; Fritze, Holger:  
*Synthesis of different molybdenum disulfide nanostructures and their applicability in lithium ion batteries with ionic liquid electrolytes*  
MRS Proceedings – Bd. 1496 (2013), S. j15–01

Weyer, Hartmut:  
*Das Energiewirtschaftsrecht im Jahr 2012*  
Netzwirtschaften & Recht : N & R – Bd. 10 (2013), H. 2, S. 58-69

Hou, M.Z.; Zhou, L.:  
*Numerical investigation and optimization of multiple fractures in tight gas reservoirs*  
Oil gas : European magazine – Bd. 39 (2013), H. 3, S. 129–135

Fattahi Comjani, Farzaneh; Willer, Ulrike; Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:

*Synthesis of ZnO nanowalls and nanocombs by vapor-liquid-solid method*  
Physica status solidi A – Bd. 210 (2013),  
H. 10, S. 2219–2223

Milan, Patrick; Wächter, Matthias;  
Peinke, Joachim:  
*Turbulent character of wind energy*  
Physical Review Letters – Bd. 110 (2013),  
H. 13, S. 138701

Schulz, Michal; Fritze, Holger; Stenzel, Christian:  
*Measurement and control of oxygen partial pressure at elevated temperatures*  
Sensors and Actuators B: Chemical – Bd. 187 (2013), S. 503–508

Schmidtchen, Silja; Richter, Denny;  
Fritze, Holger:  
*Variation of the vibration profile of piezoelectric resonant sensors with different electrode conductivity at high temperatures*  
Sensors and Actuators B: Chemical – Bd. 187 (2013), S. 247–253

Saring, Philipp; Baumann, Anna Lena;  
Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang;  
Seibt, Michael:  
*Characterization of electrical contacts on Silicon (100) after ablation and sulfur doping by femtosecond laser pulses*  
Solid State Phenomena – Bd. 205–206 (2013),  
S. 358–363

Kühne, Gunther:  
*Drei Jahrzehnte Bundesberggesetz – Entwicklungslinien und Ausblick*  
Zeitschrift für Bergrecht: ZfB – Bd. 154 (2013),  
S. 113–125

Menges, Roland; Beyer, Gregor:  
*Energiewende und Übertragungsnetzausbau: Sind Erdkabel ein Instrument zur Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz des Leitungsbaus? Eine empirische Untersuchung auf Basis der Kontingenten Bewertungsmethode*  
Zeitschrift für Energiewirtschaft – Bd. 37 (2013),  
H. 4, S. 277–295

## 2012

Zhou, Lei; Guo, Jianchun:  
*3D modeling of hydraulic fracturing in tight gas reservoirs by using of FLAC3D and validation through comparison with FracPro*  
Advanced Materials Research – Bd. 524–527 (2012), S. 1293–1299

Gimpel, Thomas; Höger, Ingmar; Falk, Fritz;  
Schade, Wolfgang; Kontermann, Stefan:  
*Electron backscatter diffraction on femtosecond laser sulfur hyperdoped silicon*  
Applied Physics Letters – Bd. 101 (2012), H. 11,  
S. 111911

Guenther, Kay-Michael; Witte, Hartmut; Krost, Alois; Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:  
*Extracting accurate capacitance voltage curves from impedance spectroscopy*  
Applied Physics Letters – Bd. 100 (2012), H. 4,  
S. 042101

Zein El Abedin, Sherif; Garsuch, Arnd;  
Endres, Frank:  
*Aluminium nanowire electrodes for lithium-ion batteries*  
Australian journal of chemistry –  
Bd. 65 (2012), H. 11, S. 1529–1533

Willert, Anne; Prowald, Alexandra; Zein El Abedin, Sherif; Höfft, Oliver; Endres, Frank:  
*Electrodeposition of lithium in polystyrene sphere opal structures on copper from an ionic liquid*  
Australian journal of chemistry – Bd. 65 (2012),  
H. 11, S. 1507–1512

González Vázquez, José Manuel; Sauer, Jürgen;  
Appelrath, Hans-Jürgen:  
*Methods to manage information sources for software product managers in the energy market*  
Business & Information Systems Engineering –  
Bd. 4 (2012), H. 1, S. 3–14

Harting, K.; Minke, C.; Kunz, U.; Turek, T.:  
*Zink-Luft-Batterien im Industriemaßstab – Verfahrenstechnische Herausforderungen und wirtschaftliche Bewertung*

Chemie Ingenieur Technik – Bd. 84 (2012),  
H. 8, S. 1252–1253

Borisenko, Natalia; Zein El Abedin, Sherif;  
Endres, Frank:  
*An in situ STM and DTS study of the extremely  
pure [EMIM]FAP/Au(111) interface*  
ChemPhysChem – Bd. 13 (2012), H. 7,  
S. 1736–1742

Krafczyk, Wolfgang; Lietz, Franziska:  
*Pflichten zur Legionellenprüfung bei  
gewerblicher Warmwasserversorgung*  
Contracting und Recht – Bd. 9 (2012),  
H. 4, S. 158–164

Kühne, Gunther:  
*Enteignungsentschädigung bei hoheitlichem  
Entzug von Bodenschätzen zugunsten öffentlicher  
Verkehrsanlagen – zur Eigentumsdogmatik des BGH*  
Deutsches Verwaltungsblatt : DVBL – Bd. 127  
(2012), H. 11, S. 661–666

Zein El Abedin, S.; Prowald, A.; Endres, F.:  
*Fabrication of highly ordered macroporous  
copper films using template-assisted  
electrodeposition in an ionic liquid*  
Electrochemistry Communications – Bd. 18  
(2012), S. 70–73

Matiaske, Wenzel; Menges, Roland;  
Spiess, Martin:  
*Modifying the rebound: it depends!  
Explaining mobility behavior on the basis  
of the German socio-economic panel*  
Energy Policy – Bd. 41 (2012), H. 2, S. 29–35

Guenther, K.-M.; Baumann, A.L.; Gimpel, T.;  
Kontermann, S.; Schade, W.:  
*Tandem solar cell concept using black silicon  
for enhanced infrared absorption*  
Energy Procedia – Bd. 27 (2012), S. 555–560

Baumann, A.L.; Guenther, K.-M.; Saring, P.;  
Gimpel, T.; Kontermann, S.; Seibt, M.; Schade, W.:  
*Tailoring the absorption properties of black silicon*  
Energy Procedia – Bd. 27 (2012), S. 480–484

Kontermann, S.; Gimpel, T.; Baumann, A.L.;  
Guenther, K.-M.; Schade, W.:  
*Laser processed black silicon for  
photovoltaic applications*  
Energy Procedia – Bd. 27 (2012), S. 390–395

Palmas, Claudia; Abis, Emanuela; von Haaren,  
Christina; Lovett, Andrew:  
*Renewables in residential development: an  
integrated GIS-based multicriteria approach for  
decentralized micro-renewable energy production  
in new settlement development: a case study of the  
eastern metropolitan area of Cagliari, Sardinia, Italy*  
Energy, Sustainability and Society – Bd. 2 (2012),  
H. 6, S. 10

Hou, Zhengmeng; Gou, Yang; Taron, Joshua;  
Gorke, Uwe Jens; Kolditz, Olaf:  
*Thermo-hydro-mechanical modeling of carbon  
dioxide injection for enhanced gas-recovery (CO<sub>2</sub>-  
EGR): a benchmarking study for code comparison*  
Environmental earth sciences – Bd. 67 (2012), H.  
2, S. 549–561

Hou, Zhengmeng; Wundram, Lars; Meyer,  
Robert; Schmidt, Meinhardt; Schmitz, Steffen;  
Were, Patrick:  
*Development of a long-term wellbore sealing  
concept based on numerical simulations and in  
situ-testing in the Altmark natural gas field*  
Environmental Earth Sciences – Bd. 67 (2012),  
H. 2, S. 395–409

Hou, M. Z.; Kracke, T.; Zhou, L.; Wang, X.:  
*Gebirgsmechanische Auswirkungen von Fracs im  
tiefen Untergrund des Norddeutschen Beckens:  
geologische Steinsalzbarriereintegrität und  
maximale Magnitude induzierter Mikrobeben  
anhand der GeneSys-Stimulation (Mai 2011)*  
Erdöl, Erdgas, Kohle – Bd. 128 (2012), H. 11,  
S. 454–460

Endres, Frank; Borisenko, Natalia; Zein El Abedin,  
Sherif; Hayes, Robert; Atkin, Rob:  
*The interface ionic liquid(s)/electrode(s):  
in situ STM and AFM measurements*  
Faraday Discussions – Bd. 154 (2012),  
S. 221–233

Köhring, M.; Willer, U.; Böttger, S.; Pohlkötter, A.; Schade, W.:

*Fiber-coupled ozone sensor based on tuning fork-enhanced interferometric photoacoustic spectroscopy*

IEEE journal of selected topics in quantum electronics – Bd. 18 (2012), H. 5, S. 1566–1572

Fritze, Holger:

*Gelungener Start der DGM-Seminarreihe*

„Hochtemperatur-Sensorik“

International Journal of Materials Research – Bd. 103 (2012), H. 4, S. 522

Sakkas, P.; Schneider, O.; Martens, S.; Thanou, P.; Sourkouni, G.; Argirusis, Chr.:

*Fundamental studies of sonoelectrochemical nanomaterials preparation*

Journal of Applied Electrochemistry – Bd. 42 (2012), H. 9, S. 763–777

Schlange, Alicja; dos Santos, Antonio Rodolfo; Hasse, Benjamin; Etzold, Bastian J.M.; Kunz, Ulrich; Turek, Thomas:

*Titanium carbide-derived carbon as a novel support for platinum catalysts in direct methanol fuel cell application*

Journal of Power Sources – Bd. 199 (2012), S. 22–28

Carstens, Timo; Prowald, Alexandra; Zein El Abedin, Sherif; Endres, Frank:

*Electrochemical synthesis of PEDOT and PPP macroporous films and nanowire architectures from ionic liquids*

Journal of Solid State Electrochemistry – Bd. 16 (2012), H. 11, S. 3479–3485

Vidakovic-Koch, Tanja; Gonzalez Martinez, Isai; Kuwertz, Rafael; Kunz, Ulrich; Turek, Thomas; Sundmacher, Kai:

*Electrochemical membrane reactors for sustainable chlorine recycling*

Membranes – Bd. 2 (2012), H. 3, S. 510–528

Kontermann, S.; Baumann, A.L.;

Gimpel, T.; Guenther, K.M.; Ruibys, A.;

Willer, U.; Schade, W.:

*Structural and optical property tailoring of black silicon with fs-laser pulses*

MRS Proceedings – Bd. 1405 (2012), S. y03–03

François, B.; Sakharov, S.; Droit, C.; Davis, Z.; Richter, D.; Fritze, H.; Martin, G.; Friedt, J.M.; Plessky, V.P.; Brückner, G.; Mayer, E.; Reindl, L.; Karachalios, T.; Schiffers, W.; Roux, C.; Ballandras, S.:

*Wireless temperature measurements above 500°C using surface acoustic wave sensors*

Procedia Engineering – Bd. 47 (2012), S. 1227–1230

Körber, Torsten:

*Die Fernwärmenetze zwischen Wettbewerbs- und Klimaschutz*

Recht der Energiewirtschaft: RdE – Bd. (2012), H. 10–11, S. 372–382

Weyer, Hartmut:

*Grenzen der kartellrechtlichen Missbrauchskontrolle im Energiebereich: zugleich Anmerkung zu OLG Düsseldorf v. 19.10.2011 – Az. VI-3 Kart 1/11 (V) – GAG Ahrensburg*

Recht der Energiewirtschaft: RdE – Bd. (2012), H. 10–11, S. 354–359

Lietz, Franziska:

*Zur zeitlichen Begrenzung von Rückforderungsansprüchen bei unwirksamer Preisklausel: Anmerkung*

Recht der Energiewirtschaft: RdE – Bd. (2012), H. 6, S. 199–200

Salje, Peter:

*Die Rolle des Rechts bei der Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien*

Recht der erneuerbaren Energien: REE – Bd. 2 (2012), H. 2, S. 69–76

Helsch, G.; Deubener, J.:

*Compatibility of antireflective coatings on glass for solar applications with photocatalytic properties*

Solar Energy – Bd. 86 (2012), H. 3, S. 831–836

Schaab, S.; Schulz, M.; Fritze, H.;

Eichel, R.-A.; Erdem, E.; Rüscher, C.H.;



Hummelt, S.; Granzow, T.:  
*Influence of reducing atmosphere on the defect chemistry of lead lanthanum zirconate titanate (8/65/35)*  
Solid State Ionics – Bd. 228 (2012), S. 56–63

Schulz, Michal; Brillo, Jürgen;  
Stenzel, Christian; Fritze, Holger:  
*Oxygen partial pressure control for microgravity experiments*  
Solid State Ionics – Bd. 225 (2012), S. 332–336

Weidenfelder, A.; Shi, J.; Fielitz, P.;  
Borchardt, G.; Becker, K.-D.; Fritze, H.:  
*Electrical and electromechanical properties of stoichiometric lithium niobate at high-temperatures*  
Solid State Ionics – Bd. 225 (2012), S. 26–29

Salje, Peter:  
*Der Beitrag der Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) zur Energiewende Versorgungswirtschaft* – Bd. 64 (2012), H. 1, S. 5–10

Menges, Roland; Müller-Kirchenbauer, Joachim:  
*Rekommunalisierung versus Neukonzessionierung der Energieversorgung*  
Zeitschrift für Energiewirtschaft – Bd. 36 (2012), H. 1, S. 51–67

Weidenfelder, Anke; Fritze, Holger; Fielitz, Peter;  
Borchardt, Günter; Shi, Jianmin; Becker, Klaus-Dieter; Ganschow, Steffen:  
*Transport and electromechanical properties of stoichiometric lithium niobate at high temperatures*  
Zeitschrift für Physikalische Chemie – Bd. 226 (2012), H. 5–6, S. 421–429

Harting, Katrin; Kunz, Ulrich; Turek, Thomas:  
*Zinc-air batteries: prospects and challenges for future improvement*  
Zeitschrift für Physikalische Chemie – Bd. 226 (2012), H. 2, S. 151–166

Prowald, Alexandra; Zein El Abedin, Sherif;  
Borisenko, Natalia; Endres, Frank:  
*Electrodeposition of lithium/polystyrene composite electrodes from an ionic liquid: first attempts*

Zeitschrift für Physikalische Chemie – Bd. 226 (2012), H. 2, S. 121–128

Menges, Roland; Traub, Stefan:  
*Sozialpolitik im Klimawandel: Konfliktlinien zwischen sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit*  
Zeitschrift für Sozialreform – Bd. 58 (2012), H. 3, S. 343–362

## Zeitschriftenbeiträge

### 2013

Beck, Hans-Peter; Springmann, Jens-Peter:  
*Das Stromnetz im Zeichen der Energiewende*  
Informationen zur politischen Bildung – Bd. (2013), H. 319, S. 45–53

Kaiser, Friederike:  
*Unkonventionelle Pumpspeicher für eine erfolgreiche Energiewende*  
InnoWATTion: das Magazin der Landesinitiative Energiespeicher und -systeme in Niedersachsen – Bd. (2013), H. 2, S. 10

Meyer, Franz:  
*Windenergie unter Tage speichern*  
Projektinfo BINE Informationsdienst – Bd. (2013), H. 18

### 2012

Schmidt, Marko:  
*Von Elektromobilität im immobilien Sinne: EFZN entwickelt Lösungen zur nachhaltigen Energienutzung*  
IQ-Journal – Bd. (2012), H. 2, S. 10–11

*Elektro(im)mobilität am EFZN*  
Elllektron – Bd. (2012), S. 15

Menges, Roland; Spies, Björn:  
*Neukonzessionierung – ein kommunalwirtschaftliches Entscheidungsproblem*  
etageen – Bd. 4 (2012), H. 6, S. 6–8

## Beiträge in Tagungsbänden

### 2013

Blank, M.; Lehnhoff, S.:

*Assessing reliability of distributed units with respect to the provision of ancillary services*  
11th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Bochum, 29.–31. July 2013  
Piscataway, NJ: IEEE, 2013  
ISBN 978-1-4799-0752-6 – S. 447–452

Mann, Thomas:

*Verfassungsrechtliche Determinanten bei der Nachrüstung von Kernkraftwerken*  
14. Deutsches Atomrechtssymposium/  
Burgi, Martin  
Baden-Baden: Nomos, 2013  
ISBN 978-3-8487-0644-0 – S. 54–67

von Haaren, Christina; Palmas, Claudia; Boll, Thiemen; Rode, Michael; Reich, Michael; Niederstadt, Frank; Alber, Christian:  
*Erneuerbare Energien – Zielkonflikte zwischen Natur- und Umweltschutz*  
31. Deutscher Naturschutztag 2012: Neue Energien – neue Herausforderungen:  
Naturschutz in Zeiten der Energiewende, Erfurt, 17.–21. September 2012  
Bonn: Bundesverb. Beruflicher Naturschutz, 2013  
ISBN 978-3-9815431-0-0 – S. 18–33

Ganzer, L.; Reitenbach, V.; Pudlo, D.; Panfilov, M.; Albrecht, D.; Gaupp, R.:  
*The H2STORE project – experimental and numerical simulation approach to investigate processes in underground hydrogen reservoir storage*  
75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC; London, United Kingdom, 10.–13. June 2013 / Society of Petroleum Engineers  
Richardson, Tex.: Society of Petroleum Engineers, 2013  
ISBN 978-1-61399-254-8 – S. 164936–MS

Pudlo, Dieter; Ganzer, Leonhard; Henkel, Steven; Kühn, Michael; Liebscher, Axel; De Lucia, Marco; Panfilov, Michel; Pilz, Peter; Reitenbach, Viktor;

Albrecht, Daniel; Würdemann, Hilke; Gaupp, Reinhard:

*The H2STORE project: hydrogen underground storage – a feasible way in storing electrical power in geological media?*  
Clean energy systems in the subsurface: production, storage and conversion/  
Hou, Michael Zhengmeng u.a.  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-37848-5 – S. 395–412

Wang, Guan; Xing, Wei;  
Liu, Jianfeng; Xie, Lingzhi:  
*Comparison of triaxial compression short-term strength tests and data processing methods for rock salt*  
Clean energy systems in the subsurface: production, storage and conversion/  
Hou, Michael Zhengmeng u.a.  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-37848-5 – S. 305–315

Wang, Qun; Hou, Michael Zhengmeng; Were, Patrick:  
*Simulation of hydraulic-mechanical (HM) coupling geo-processes at Ketzin CO2 sequestration site using the code TOUGHMP-FLAC3D*  
Clean energy systems in the subsurface: production, storage and conversion/  
Hou, Michael Zhengmeng u.a.  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-37848-5 – S. 249–264

Liu, Hejuan; Hou, Michael Zhengmeng; Gou, Yang; Were, Patrick:  
*Simulation of CO2-water-rock interaction processes-mineral scaling problems in saline formations*  
Clean energy systems in the subsurface: production, storage and conversion/  
Hou, Michael Zhengmeng u.a.  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-37848-5 – S. 233–248

Hou, Michael Zhengmeng; Qiao, Zhi; Luo, Xuan; Wang, Qingyuan:  
*Numerical study of CO2-injection borehole integrity with consideration of thermo-mechanical effects*  
Clean energy systems in the subsurface:

production, storage and conversion/  
Hou, Michael Zhengmeng u.a.  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-37848-5 – S. 187–196

Weyer, Hartmut:  
*Legal framework for the coordination of competing  
uses of the underground in Germany*  
Clean energy systems in the subsurface:  
production, storage and conversion/  
Hou, Michael Zhengmeng u.a.  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-37848-5 – S. 21–28

Hou, Michael Z.; Zhou, Lei:  
*Numerical investigation and optimization of  
multiple fractures in tight gas reservoirs*  
DGMK/ÖGEW-Frühjahrstagung des  
Fachbereiches Aufsuchung und Gewinnung am  
18. und 19. April 2013 in Celle/DGMK  
Hamburg: DGMK, 2013  
ISBN 978-3-941721-31-9 – S. 313–322

Fuchs, F.; Pham, D.V.; Mertens, A.:  
*Analysis of grid current control in consideration  
of voltage feedforward and cable capacitance  
demonstrated on a fully sized wind turbine  
installed in a wind park*  
IEEE Energy Conversion Congress and Exposition  
(ECCE), Denver, CO, 15.–19. Sept. 2013  
ISBN 978-1-4799-0335-1 – S. 3325–3332

Lehnhoff, Sebastian; Klingenberg, Thole; Blank,  
Marita; Calabria, Mauro; Schumacher, Walter:  
*Distributed coalitions for reliable and stable  
provision of frequency response reserve*  
IEEE International Workshop on Intelligent  
Energy Systems (IWIES), Vienna, Austria,  
14. Nov. 2013  
Piscataway, NJ: IEEE, 2013  
ISBN 978-1-4799-1135-6 – S. 11–18

Runge, Serge Alexander; Appelrath, Hans-Jürgen;  
Busse, Sebastian; Kolbe, Lutz; Bengler, Ralf;  
Beck, Hans-Peter:  
*Containerterminalbetriebe als Wegbereiter für  
Elektromobilität – Herausforderungen für die  
IKT beim Management batterie-elektrischer*

*Schwerlastverkehre*  
IT-gestütztes Ressourcen- und  
Energiemanagement: Konferenzband zu den  
5. BUIS-Tagen / Gómez, Jorge Marx;  
Lang, Corinna; Wohlgemuth, Volker  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-35030-6 – S. 271–281

Bremer, Jörg; Sonnenschein, Michael:  
*Kommunikation von Umweltkennzahlen im  
Smart Grid und deren Integration in die verteilte  
Wirkleistungsplanung*  
IT-gestütztes Ressourcen- und  
Energiemanagement : Konferenzband zu den  
5. BUIS-Tagen / Gómez, Jorge Marx;  
Lang, Corinna; Wohlgemuth, Volker  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-35030-6 – S. 35–47

Sauer, Jürgen; Runge, Serge Alexander;  
Bender, Tim:  
*Lastgangbezogene Prioritätsregeln für eine  
Produktionsplanung bei der Veredelung von  
Glasprodukten*  
IT-gestütztes Ressourcen- und  
Energiemanagement : Konferenzband zu den  
5. BUIS-Tagen / Gómez, Jorge Marx;  
Lang, Corinna; Wohlgemuth, Volker  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-35030-6 – S. 3–9

Schnieder, R.; Wehrmann, E.-A.; Beck, H.-P.:  
*Untersuchung verschiedener Regelungskonzepte  
für regelbare Ortsnetztransformatoren  
zur Spannungshaltung in  
Niederspannungsverteilnetzen*  
Konferenz für Nachhaltige Energieversorgung  
und Integration von Speichern – NEIS 2013:  
12.–13. September 2013 an der Helmut-Schmidt-  
Universität Hamburg / Schulz, Detlef  
Hamburg: Helmut-Schmidt-Universität, 2013  
ISBN 978-3-86818-043-5 – S. 38–44

Mohrmann, M.; Lehde, B.;  
Hengelbrock, A.; Hofmann, L.:  
*Untersuchung der Veränderung von  
Haushaltslasten anhand von Messzeitreihen  
aus einem Forschungsprojekt*

Konferenz für Nachhaltige Energieversorgung und Integration von Speichern – NEIS 2013: 12.–13. September 2013 an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg/Schulz, Detlef  
Hamburg: Helmut-Schmidt-Universität, 2013  
ISBN 978-3-86818-043-5 – S. 33–37

Lehnhoff, S.; Sonnenschein, M.; Tröschel, M.: *Forschungsverbund Smart Nord – Dezentrale und selbstorganisierte Koordinationsverfahren für einen sicheren und zuverlässigen Netzbetrieb*  
Konferenz für Nachhaltige Energieversorgung und Integration von Speichern – NEIS 2013: 12.–13. September 2013 an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg/Schulz, Detlef  
Hamburg: Helmut-Schmidt-Universität, 2013  
ISBN 978-3-86818-043-5 – S. 7–12

Schulze-Riegert, R.; Chataigner, F.; Kueck, N.; Pajonk, O.; Baffoe, J.; Ajala, I.; Awofodu, D.; Almuallim, H.: *Strategic scope of alternative optimization methods in history matching and prediction workflows*  
MEOS 2013: 18th Middle East Oil & Gas Show and Conference; Bahrain International Exhibition and Convention Center, Manama, 10.–13. Mar 2013  
Richardson, Tex.: Society of Petroleum Engineers, 2013  
ISBN 978-1-61399-249-4 – S. 164337–MS

Schmidtchen, Silja; Richter, Denny; Sauerwald, Jan; Fritze, Holger: *Miniaturized resonant sensors for harsh environments*  
Micro- and Nanotechnology Sensors, Systems, and Applications V, Baltimore, Maryland, USA, 29. April 2013 / George, Thomas; Islam, M. Saif; Dutta, Achyut K.  
2013 – S. 87250J

Bremer, Jörg; Sonnenschein, Michael: *Estimating shapley values for fair profit distribution in power planning smart grid coalitions*  
Multiagent system technologies: Proceedings of the 11th German Conference, MATES 2013, Koblenz, Germany, 16.–20. September 2013/  
Klus, Matthias u.a.

Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-40775-8 – S. 208–221

Palmas, Claudia; Siewert, Almut: *Optimizing micro renewable energy efficiency by combining potentials and integrated environmental risk analysis – a case study in the Hannover region*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013 Conference, Hamburg, Germany, 2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 265–276

Rosinger, Christine; Uslar, Mathias; Sauer, Jürgen: *Threat scenarios to evaluate trustworthiness of multi-agents in the energy data management*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013 Conference, Hamburg, Germany, 2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 258–264

Breithaupt, Timo; Garske, Steffen; Rendel, Torsten; Hofmann, Lutz: *Methodological approach for integrated grid and market simulation of coherent distribution and transmission systems*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013 Conference, Hamburg, Germany, 2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 251–257

Wissing, Carsten; Appelrath, H.-Jürgen: *Market-based redispatch in distribution grids – incentivizing flexible behavior of distributed energy resources*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013 Conference, Hamburg, Germany, 2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 244–250

Calabria, Mauro; Schumacher, Walter: *Impact of inverter clustering on the small-signal stability of a grid*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013



Conference, Hamburg, Germany,  
2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 237–243

Ohsenbrügge, Anja:  
*Dynamic strategies for amount and reliability of  
control reserve in future smart grids*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013  
Conference, Hamburg, Germany,  
2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 230–236

Psola, Jan-Hendrik; Canders, Wolf-Rüdiger;  
Henke, Markus: *Technologies and operational  
concepts for energy storages*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013  
Conference, Hamburg, Germany,  
2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 223–229

Bremer, Jörg; Sonnenschein, Michael:  
*Sampling the search space of energy resources  
for self-organized, agent-based planning of  
active power provision*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013  
Conference, Hamburg, Germany,  
2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 214–222

Sonnenschein, Michael; Tröschel, Martin;  
Lünsdorf, Ontje:  
*Smart grids for optimised utilisation of  
renewable energy supply*  
Proceedings of the 27th EnviroInfo 2013  
Conference, Hamburg, Germany,  
2.–4. September 2013/Page, Bernd u.a.  
Aachen: Shaker, 2013  
ISBN 978-3-8440-1676-5 – S. 178–187

Mann, Thomas:  
*Großvorhaben als Herausforderung für den  
demokratischen Rechtsstaat: 2. Referat*  
Repräsentative Demokratie in der Krise?:  
Referate und Diskussionen auf der Tagung

der Deutschen Staatsrechtslehrer in Kiel vom  
3. bis 6. Oktober 2012/Biaggini, Giovanni  
Berlin: DeGruyter, 2013  
ISBN 978-3-11-030181-6 – S. 544–589

Hou, Z.M.; Zhou, L.; Kracke, T.:  
*Modelling of seismic events induced by  
reservoir stimulation in an enhanced  
geothermal system and a suggestion to  
reduce the deformation energy release*  
Rock dynamics and applications: state of the art/  
Zhao, Jian; Li, Jianchun  
London: CRC Press, 2013  
ISBN 978-1-138-00056-8 – S. 161–175

Nieße, Astrid; Sonnenschein, Michael:  
*Using grid related cluster schedule  
resemblance for energy rescheduling:  
goals and concepts for rescheduling of  
clusters in decentralized energy systems*  
SmartGreens 2013: Proceedings of the 2nd  
International Conference on Smart Grids and  
Green IT Systems, Aachen, 9.–10. May 2013  
SciTePress, 2013  
ISBN 978-989-8565-55-6 – S. 22–31

Weyer, Hartmut; Lietz, Franziska:  
*Regulierungsrechtlicher Rahmen für Stromspeicher*  
Unkonventionelle Pumpspeicher –  
Schlüsseltechnologie der zukünftigen  
Energielandschaft? : Tagungsband zum Forum  
„Unkonventionelle Pumpspeicher“ Goslar,  
21. und 22. November 2013/Busch, Wolfgang;  
Kaiser, Friederike  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-538-9 – S. 79–84

Busch, Wolfgang; Kaiser, Friederike:  
*Gegenüberstellung Unkonventioneller  
Pumpspeicher*  
Unkonventionelle Pumpspeicher –  
Schlüsseltechnologie der zukünftigen  
Energielandschaft?: Tagungsband zum Forum  
„Unkonventionelle Pumpspeicher“ Goslar,  
21. und 22. November 2013/Busch, Wolfgang;  
Kaiser, Friederike  
Göttingen: Cuvillier, 2013  
ISBN 978-3-95404-538-9 – S. 15–31

Neumann, Christoph; Busch, Wolfgang:  
*Nachnutzung von stillgelegten Erzbergwerken durch untertägige Pumpspeicherwerke: Energiewirtschaftlicher Rahmen, konzeptionelle Grundlagen und wirtschaftliches Umsetzungspotenzial*  
 Wasser als Energieträger: 43. IWASA Internationales Wasserbau-Symposium, 10. und 11. Januar 2013, Aachen/Schüttrumpf, Holger  
 Aachen: Shaker, 2013  
 ISBN 978-3-8440-2313-8 – S. 221–232

## 2012

Chen, Yong; Hesse, R.; Turschner, D.; Beck, H.-P.:  
*Investigation of the Virtual Synchronous Machine in the island mode*  
 3rd IEEE PES International Conference and Exhibition on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), Berlin, 14.–17. Oct. 2012  
 Piscataway, NJ: IEEE, 2012  
 ISBN 978-1-4673-2595-0 – S. 1–6

Fuchs, F.; Mertens, A.:  
*Dynamic modelling of a 2 MW DFIG wind turbine for converter issues: Part 1*  
 15th International Power Electronics and Motion Control Conference (EPE/PEMC), Novi Sad, 4.–6. Sept. 2012  
 ISBN 978-1-4673-1970-6 – S. DS2d.5–1 – DS2d.5–7

Weyer, Hartmut; Oppelt, Caterina:  
*Geothermie: Notwendigkeit einer spezifischen Förderpolitik*  
 20 Jahre Recht der Erneuerbaren Energien/  
 Müller, Thorsten  
 Baden-Baden: Nomos, 2012  
 ISBN 978-3-8329-6910-3 – S. 660–687

Salje, Peter:  
*Wind, Wasser, Biomasse, Sonne, Geothermie – (aktuelle) Rechtsfragen der EEG-Vergütungsregeln*  
 20 Jahre Recht der Erneuerbaren Energien/  
 Müller, Thorsten  
 Baden-Baden: Nomos, 2012  
 ISBN 978-3-8329-6910-3 – S. 539–555

Becker, Andreas; Werther, Benjamin; Schmiesing, Johannes; Wehrmann, Ernst August:  
*Spannungsregelung in Niederspannungsnetzen durch den Einsatz geregelter Ortsnetztransformatoren*  
 Alternativen für die Energiezukunft Europas: 12. Symposium Energieinnovation EnInnov2012; 15.–17. Februar 2012, TU Graz/Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation, Technische Universität Graz  
 Graz: Verlag der Technischen Universität, 2012  
 ISBN 978-3-85125-200-2 – S. 196–197

Niese, A.; Lehnhoff, S.; Troschel, M.; Uslar, M.; Wissing, C.; Appelrath, H.; Sonnenschein, M.:  
*Market-based self-organized provision of active power and ancillary services: an agent-based approach for Smart Distribution Grids*  
 Complexity in Engineering (COMPENG), Aachen, 11.–13. June 2012  
 Piscataway, NJ: IEEE, 2012  
 ISBN 978-1-4673-1614-9 – S. 1–5

Hou, M.Z.; Zhou, L.; Kracke, T.:  
*Gebirgsmechanische Auswirkungen von Fracs im tiefen Untergrund des Norddeutschen Becken: geologische Steinsalzbarriereintegrität und maximale Magnitude induzierter Mikrobeben anhand der GeneSys-Stimulation im Mai 2011*  
 DGMK/ÖGEW-Frühjahrstagung 2012 des Fachbereiches Aufsuchung und Gewinnung, Celle, 19.–20. April 2012  
 Hamburg: DGMK, 2012  
 ISBN 978-3-941721-25-8 – S. 257–270

Bremer, J.; Sonnenschein, M.:  
*A distributed greedy algorithm for constraint-based scheduling of energy resources*  
 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), Wroclaw, 9.–12. Sept. 2012  
 ISBN 978-1-4673-0708-6 – S. 109–115

Zhou, L.; Hou, M.Z.:  
*Numerical simulation of micro-earthquakes induced by reservoir stimulation in the deep heat mining project Basel*  
 Harmonising rock engineering and the

environment: Proceedings of the 12th ISRM International Congress on Rock Mechanics, Beijing, China, 18. – 21. October 2011/Qian, Qihu; Zhou, Yingxin  
Leiden: CRC Press/Balkema, 2012  
ISBN 978-0-415-80444-8 – S. 564–568

Hou, Z.; Zhou, L.:  
*Modelling and optimization of multiple fracturing along horizontal wellbores in tight gas reservoirs*  
Harmonising rock engineering and the environment: Proceedings of the 12th ISRM International Congress on Rock Mechanics, Beijing, China, 18.–21. October 2011/  
Qian, Qihu; Zhou, Yingxin  
Leiden: CRC Press/Balkema, 2012  
ISBN 978-0-415-80444-8 – S. 528–529

Hou, Z.; Luo, X.:  
*Investigation of thermal effect on stability of deep wellbores in low and high permeable formations*  
Harmonising rock engineering and the environment: Proceedings of the 12th ISRM International Congress on Rock Mechanics, Beijing, China, 18.–21. October 2011/  
Qian, Qihu; Zhou, Yingxin  
Leiden: CRC Press/Balkema, 2012  
ISBN 978-0-415-80444-8 – S. 526–527

Sakharov, S.; Zabelin, A.; Kondratiev, S.; Roshchupkin, D.; Richter, D.; Fritze, H.; Shvetsov, A.; Zhgoon, S.:  
*Optimization of wafer orientation and electrode materials for LGS high-temperature SAW sensors*  
IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS), Dresden, 7.–10. Oct. 2012  
ISBN 978-1-4673-4561-3 – S. 1525–1528

Gewiß, G.; zum Hingst, J.; Beck, H.-P.:  
*Nodal load observer with imperfect measurement infrastructure for (smart) electrical grids*  
International Conference on Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology and Testing, Göteborg, Sweden, 20.–22. June 2011 / Pavese, Franco u.a.  
Singapore: World Scientific, 2012  
ISBN 978-981-4397-94-0

Brinkmeier, Niels Oliver; Nielsen, Lasse; Qi, Dawei; Leithner, Reinhard:  
*Isobares GuD – Druckluftspeicherkraftwerk mit Wärmespeicher*  
Kraftwerkstechnik Band 4: Beiträge des 44. Kraftwerkstechnischen Kolloquiums, Dresden, 23.–24. Oktober 2012  
Nietwerder: TK, 2012  
ISBN 978-3-935317-87-0 – S. 815–826

Francois, Bruno; Richter, Denny; Fritze, Holger; Davis, Zacharis J.; Droit, Christophe; Guichardaz, Blandine; Petrini, Valerie; Martin, Gilles; Friedt, Jean-Michel; Ballandras, Sylvain:  
*Wireless and passive sensors for high temperature measurements*  
SENSORDEVICES 2012: the Third International Conference on Sensor Device Technologies and Applications; Rome, Italy, 19.–24. August 2012/  
Yurish, Sergey  
Red Hook: Curran, 2012  
ISBN 978-1-62276-289-7 – S. 46–51

Ivanov, S.; Wulfmeier, H.; Albrecht, D.; Grieseler, R.; Schaaf, P.; Fritze, H.; Bund, A.:  
*Si-modified TiO<sub>2</sub> nanotubes obtained by electrochemical anodization - promising anode material for energy storage application*  
Symposium Anodisieren – vom Korrosionsschutz bis zur Nanotechnologie: Tagungsband / Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS  
Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2012  
ISBN 978-3-8396-0481-6 – S. 92–98

## Beiträge in Sammelbänden

### 2013

Lehnhoff, Sebastian; Krause, Olav:  
*Agentenbasierte Verteilnetzautomatisierung*  
Agentensysteme in der Automatisierungstechnik/  
Göhner, Peter  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-31767-5 – S. 207–223

Beck, Andreas; Derksen, Christian; Lehnhoff, Sebastian; Linnenberg, Tobias; Nieße, Astrid; Rohbogner, Gregor:  
*Energiesysteme und das Paradigma des Agenten*  
Agentensysteme in der Automatisierungstechnik/  
Göhner, Peter  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-31767-5 – S. 21-42

Weyer, Hartmut:  
*Ziele und Inhalte von Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) und Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG)*  
Anforderungen an den Um- und Ausbau des Höchstspannungsstromnetzes – aus der Sicht von Naturschutz und Kulturlandschaftspflege: Ergebnisse eines F+E-Vorhabens vom 1. November 2011 bis 30. Juni 2013 / Deutscher Rat für Landespflege e.V. & Bund Heimat und Umwelt e.V.  
Meckenheim: Druck Center, 2013 – S. 66-69

Krüger, Andreas; Weyer, Hartmut:  
§25 Pauschalierter Investitionszuschlag:  
Kommentierung  
ARegV: Anreizregulierungsverordnung;  
Kommentar / Holznagel, Bernd; Schütz, Raimund  
München: C.H. Beck, 2013  
ISBN 978-3-406-63280-8 – S. 761–775

Müller-Kirchenbauer, Joachim; Paust, Michael;  
Weyer, Hartmut:  
§23 Investitionsmaßnahmen: Kommentierung  
ARegV: Anreizregulierungsverordnung;  
Kommentar/ Holznagel, Bernd; Schütz, Raimund  
München: C.H. Beck, 2013  
ISBN 978-3-406-63280-8 – S. 670-707

Krüger, Andreas; Müller-Kirchenbauer, Joachim;  
Weyer, Hartmut:  
§10 Erweiterungsfaktor: Kommentierung  
ARegV: Anreizregulierungsverordnung;  
Kommentar/ Holznagel, Bernd; Schütz, Raimund  
München: C.H. Beck, 2013  
ISBN 978-3-406-63280-8 – S. 442–467

Weyer, Hartmut:  
§30–33 EnWG  
Berliner Kommentar zum Energierecht: Bd. 1, Halbbd. 1./Säcker, Franz Jürgen  
3., völlig neu bearb. und wesentlich erw. Aufl.,  
Frankfurt am Main: Dt. Fachverl., Fachmedien  
Recht und Wirtschaft, 2013  
ISBN 978-3-8005-1560-8 – S. 1982–2082

Förster, Andrea; Albrecht, Daniel; Bauer, Sebastian; Baumann, Gunther; Beyer, Christof; Böttcher, Norbert; Braun, Roland; Behrends, Knut; Conze, Ronald; De Lucia, Marco; Ganzer, Leonhard; Gaupp, Reinhard; Görke, Uwe-Jens; Gou, Yang; Henninges, Jan; Hou, Zengmeng; Kohlhepp, Bernd; Kolditz, Olaf; Kühn, Michael; Lempp, Christof; Liedl, Rudolf; Meyer, Robert; Norden, Ben; Nowak, Thomas; Pilz, Peter; Pudlo, Dieter; Rateizak, Matthias; Reitenbach, Viktor; Shams, Khaled M.; Shao, Haibing; Singh, Ashok K.; Stadler, Susanne; Stecken, Lutz; Taron, Joshua; Wang, Wenqing; Watanabe, Norihiro; Wienand, Joachim; Yoon, Jeoungseok; Zimmer, Martin:  
*Evaluation of Geo-processes*  
CLEAN: CO2 large-scale enhanced gas recovery in the Altmark natural gas field/Kühn, Michael;  
Münch, Ute  
Berlin: Springer, 2013  
ISBN 978-3-642-31676-0 – S. 53–98

Weyer, Hartmut:  
*Die Regulierung von Nicht-Netzbetreibern*  
Energie, Wirtschaft, Recht : Festschrift für Peter Salje zum 65. Geburtstag am 9. Februar 2013/  
Klees, Andreas u.a.  
Köln: Heymanns, 2013  
ISBN 978-3-452-27861-6 – S. 459-478

Kühne, Gunther:  
*Das Verhältnis zwischen Energiewirtschaftsrecht und Kartellrecht im Wandel der Ordnungsrahmen*  
Energie, Wirtschaft, Recht: Festschrift für Peter Salje zum 65. Geburtstag am 9. Februar 2013/  
Klees, Andreas u.a.  
Köln: Heymanns, 2013  
ISBN 978-3-452-27861-6 – S. 295–316



Menges, Roland; Müller-Kirchenbauer, Joachim:  
*Rekommunalisierung von Verteilnetzen*  
Zukunftswerkstatt Deutschland: die  
Energiewende/Stenzel, Wolfgang  
Oldenburg: BIS-Verl. der Carl von Ossietzky  
Univ., 2013  
ISBN 978-3-8142-2291-2 – S. 51-66

## 2012

Mordmueller, Mario; Willer, Ulrike;  
Schade, Wolfgang:  
*Detection of explosives using pulsed laser  
fragmentation and MIR spectroscopy*  
Encyclopedia of Analytical Chemistry, 2012  
ISBN 978-0-470-02731-8

Kühne, Gunther:  
*Regulating the extension of electricity networks:  
a german perspective*  
Energy networks and the law: innovative  
solutions in changing markets/Roggenkamp,  
Martha M. u.a.  
Oxford: Oxford Univ. Press, 2012  
ISBN 978-0-19-964503-9 – S. 371–393

## Studien- und Abschlussarbeiten

### 2013

Baffoe, J.:  
*Comparison of alternative optimisation techniques  
with applications to history matching and  
prediction under uncertainty*

Bockelmann, M.:  
*Charakterisierung der Elektroden einer wieder  
aufladbaren Zink-Sauerstoff-Batterie*

Hellfeier, Sarah:  
*Systematische Untersuchung von korrodierten  
metallischen Probenkörpern durch coulometrische  
Messungen*

Mesch, Angelique:  
*Current vs. perceived obstacles to the Geothermal  
development in Germany*

Mesch, Angelique:  
*Investigation on the applicability of international  
geothermal classification standards based on the  
german GT-market*

Muus, F.:  
*Integration von Elektrolysetechnologien in  
das bestehende Stromnetz zur Steigerung der  
Windenergieausnutzung*

Rachmat, H.:  
*Investigation of factors affecting quality of build-up  
pressure-derivative obtained using MEPO-TSENEX  
workflow in a well test simulation model*

Sanders, Jonathan:  
*Development of a MATLAB code for calculating  
adjoint variables for computing sensitivity  
coefficients in history matching*

Thiess, Holger:  
*Zink-Luft-Batterie: Einfluss der  
Sauerstoffkonzentration auf die Leistungsfähigkeit*

### 2012

Matthies, Verena:  
*Grüne Regelenergie: eine Option zur künftigen  
Bereitstellung von Regelenergie auf Basis  
erneuerbarer Energien*

Muth, D.:  
*Optimierung eines Hochtemperatur-  
Wärmeübertragers mit der CFD-Methode*

## Arbeitspapiere

### 2013

Hou, Michael Z.; Kracke, Tobias; Zhou, Lei;  
Gou, Yang; Li, Gang:  
*THM:C gekoppelte Untersuchungen  
zu Mechanismen und freigesetzten  
Deformationsenergien der seismischen Ereignisse in  
der Reservoirstimulations- und Betriebsphase*  
Abschlussworkshop MAGS (Mikroseismische  
Aktivität geothermischer Systeme) Einzelprojekt  
6 am 17. September 2013 in Hannover

## 2012

Hou, Z.; Wundram, L.; Gou, Y.:  
*Entwicklung, Erprobung und Modellierung eines Langzeit-Bohrungsverschlusskonzeptes unter CO<sub>2</sub>-Einwirkungen; Untersuchung zu Primärspannungszuständen, geomechanischen und hydromechanisch gekoppelten Eigenschaften von Reservoirgesteinen und Cap-Rocks in der Altmark; Numerische Untersuchungen zu THM-gekoppelten Prozessen im Reservoir Nahfeld. Abschlussbericht zum BMBF-Projekt (03G0704Q)*

Hou, Z.; Xie, H.:  
*Underground storage of CO<sub>2</sub> and energy*  
Interim report of the Sino-German Cooperation Group (GZ573)

e-home-Forschergruppe:  
*e-home Energieprojekt 2020*  
Jahresbericht

## Sonstige Publikationen

### 2013

Becker, K.-D.; Borchardt, G.; Kovacs, L.; Fritze, H.:  
*International Workshop on Stoichiometric Lithium Niobate, September 18–20, 2013, Goslar, Germany: Extended Summaries*

Peterschmidt, Nico; Neumann, Christoph:  
*Scaling up successful micro-utilities for rural electrification: private sector perspectives on operational approaches, financing instruments and stakeholder interaction*  
Oestrich-Winkel: Sustainable Business Institute, 2013

## Poster

### 2013

Moog, Felix; Bohnenberger, Mario:  
*Vehicle-to-grid with solid oxide fuel cells – how efficient mobility can accompany controlled energy supply to grid*  
Poster präsentiert am 18.11.2013

anlässlich: 8th International Renewable Energy Storage Conference and Exhibition(IRES 2013), 18.–20. November 2013 in Berlin

Derlien, Holger; Müller-Kirchenbauer, Joachim:  
*Erhöhte Stromnutzung als Langzeitspeicher: Ermittlung der Energiespeicherpotentiale in den Verbrauchssektoren Mobilität, Wärme, Industrie und Gasversorgung*  
Poster präsentiert am 06.11.2013  
anlässlich: 2. Niedersächsisches Forum für Energiespeicher und -systeme in Hannover

Chen, Y.; Werther, B.; Turschner, D.; Wehrmann, E.-A.; Beck, H.-P.; Schwake, B.:  
*Netzstabilisierung durch die „Virtuelle Synchronmaschine“ (VISMA) mit überlagerter Frequenz- und Spannungsregelung*  
Poster präsentiert am 06.11.2013  
anlässlich: Internationaler ETG-Kongress, 5.–6. November 2013 in Berlin

Fuchs, F.; Pham, D. V.; Mertens, A.:  
*Einfluss der Netzimpedanz auf die Dynamik der netzseitigen Stromregelung am Beispiel einer Windenergieanlage*  
Poster präsentiert am 06.11.2013  
anlässlich: Internationaler ETG-Kongress, 5.–6. November 2013 in Berlin

Unger, D.; Hemdan, N. G. A.; Engel, B.; Kurrat, M.:  
*Einsatzstrategien für dezentrale Erzeugungsanlagen zur Blindleistungskompensation oder -bereitstellung aus dem Verteilnetz*  
Poster präsentiert am 06.11.2013  
anlässlich: Internationaler ETG-Kongress, 5.–6. November 2013 in Berlin

Beer, Sebastian; Appelrath, Hans-Jürgen:  
*A formal model for agent-based coalition formation in electricity markets*  
Poster präsentiert am 08.10.2013  
anlässlich: 4th European Innovative Smart Grid Technologies (ISGT) Conference, 6.–9. Oktober 2013 in Copenhagen

Hinrichs, Christian; Bremer, Jörg;  
Sonnenschein, Michael:  
*Distributed hybrid constraint handling in large  
scale virtual power plants*  
Poster präsentiert am 07.10.2013  
anlässlich: 4th European Innovative Smart Grid  
Technologies (ISGT) Conference, 6.–9. October  
2013 in Copenhagen

Henkel, S.; Pudlo, D.; Ganzer, L.;  
Reitenbach, V.; Albrecht, D.; Gaupp, R.:  
*Baseline characterization of sandstone reservoirs  
in the framework of hydrogen underground storage*  
Poster präsentiert am 18.09.2013  
anlässlich: GEOFLUIDS: Lubricants of the  
dynamic earth: Joint annual meeting Deutsche  
Mineralogische Gesellschaft & Geologische  
Vereinigung e.V., 16.–19. September 2013 in  
Tübingen

dos Santos, Antonio Rodolfo:  
*Integration and characterization of gaskets  
and frame into bipolar plates for vanadium  
redox flow battery applications*  
Poster präsentiert am 26.06.2013  
anlässlich: The International Flow Battery Forum,  
26.–27.06.2013 in Dublin

Psola, Jan-Hendrik:  
*Modeling of a redox flow battery storage  
for grid applications*  
Poster präsentiert am 19.06.2013  
anlässlich: PCIM Asia 2013 in Shanghai

Unger, D.; Hemdan, N.G.A.; Engel, B; Kurrat, M.:  
*Reactive power concepts in the future  
distribution network*  
Poster präsentiert am 13.06.2013  
anlässlich: CIRED 2013: Electricity distribution  
systems for a sustainable future,  
10.–13. June 2013 in Stockholm

Hou, Z.M.; Zhou, L.; Kracke, T.:  
*Modelling of seismic events induced by  
reservoir stimulation in an enhanced  
geothermal system and a suggestion to  
reduce the deformation energy release*  
Poster präsentiert am 06.06.2013

anlässlich: First International Conference on Rock  
Dynamics and Applications (RocDyn-1),  
6.–8. June 2013 in Lausanne

Günther, K.-M.; Winter, S.; Tomm, J.; Gimpel, T.;  
Kontermann, S.; Schade, W.:  
*Investigating the infrared conversion efficiency  
of Black Silicon solar cells fabricated with  
femtosecond laser pulses*  
Poster präsentiert am 28.05.2013  
anlässlich: Innovationsforum Photonik und Kaiser  
Friedrich Forschungspreis in Goslar

Blank, Marita; Lehnhoff, Sebastian:  
*A concept for reliability assessment for the  
provision of ancillary services*  
Poster präsentiert am 09.05.2013  
anlässlich: SmartGreens: 2nd International  
Conference on Smart Grids and Green IT  
Systems, 9.–10. Mai 2013 in Aachen

Günther, Kay-Michael; Winter, Stefan; Gimpel,  
Thomas; Schade, Wolfgang; Kontermann, Stefan:  
*Investigating the infrared conversion efficiency  
of Black Silicon solar cells by measuring the  
differential spectral responsivity (DSR)*  
Poster präsentiert am 14.03.2013  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung, 10.–15. März  
2013 in Regensburg

Günther, Kay-Michael; Bomm, Alexander;  
Gimpel, Thomas; Schulz, Michal; Fritze, Holger;  
Schade, Wolfgang; Kontermann, Stefan:  
*Investigation of the sulfur doping profile of  
femtosecond-laserdoped Black Silicon solar cells*  
Poster präsentiert am 14.03.2013  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung, 10.–15. März  
2013 in Regensburg

Baumann, Anna Lena; Schippers, Wolfgang;  
Gimpel, Thomas; Kontermann, Stefan;  
Schade, Wolfgang:  
*Feedback loop for in-situ reflection measurement  
analysis and optimization during material  
processing of fs-laser structured silicon*  
Poster präsentiert am 14.03.2013  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
10.–15. März 2013 in Regensburg

Baumann, Anna Lena; Günther, Kay-Michael;  
Gimpel, Thomas; Kontermann, Stefan;  
Schade, Wolfgang: *Difference in structure and sulfur content of silicon, structured with shaped double femtosecond-laser pulses*  
Poster präsentiert am 14.03.2013  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
10.–15. März 2013 in Regensburg

## 2012

Mohrmann, M.; Reese, C.; Hofmann, L.;  
Schmiesing, J.:  
*Untersuchung von Niederspannungsverteilnetzen anhand von synthetischen Netzstrukturen*  
Poster präsentiert am 06.11.2012  
anlässlich: VDE-Kongress,  
5.–6. November 2012 in Stuttgart

Ajala, O. I.; Almuallim, H.; Ganzer, L.;  
Schulze-Riegert, R.:  
*Adjoint method used in history matching and optimization workflows*  
Poster präsentiert am 26.09.2012  
anlässlich: MEPO USER-GROUP Meeting 2012 in Milan

dos Santos, Antonio Rodolfo:  
*Evaluation of graphite based bipolar plates for vanadium flow battery applications*  
Poster präsentiert am 27.06.2012  
anlässlich: The International Flow Battery Forum,  
26.–27.06.2012 in München

Werther, B.; Wehrmann, E.A.; Becker, A.;  
Schmiesing, J.:  
*Voltage control in low voltage systems with controlled low voltage transformer (CLVT)*  
Poster präsentiert am 30.05.2012  
anlässlich: CIRED 2012 Workshop,  
29.–30. Mai 2012 in Lisbon

Lehde, B.; Vielhauer, A.; Mohrmann, M.;  
Hofmann, L.; Bunk, M.; Engel, B.:  
*E-home energieprojekt 2020*  
Poster präsentiert am 29.05.2012  
anlässlich: CIRED 2012 workshop,  
29.–30. Mai 2012 in Lisbon

Richter, D.; Sauerwald, J.; Fritze, Holger:  
*Langzeitstabilität von akustischen Langasit-Sensoren bei hohen Temperaturen*  
Poster präsentiert am 22.05.2012  
anlässlich: 16. GMA/ITG-Fachtagung Sensoren und Messsysteme, 22.–23. Mai 2012 in Nürnberg

Harting, Katrin; Kunz, Ulrich; Turek, Thomas:  
*Einfluss der Gaszusammensetzung und Temperatur auf die Leistung von Zink-Luft-Batterien mit einer silberbasierten Sauerstoffverzehrkathode*  
Poster präsentiert am 14.05.2012  
anlässlich: Jahrestreffen Reaktionstechnik 2012,  
14.–16. Mai 2012 in Würzburg

Waltermann, Julia; Günther, Kay-Michael;  
Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:  
*TLM measurements of sheet and contact resistance of different ZnO layers produced by wet chemical or sputtering methods*  
Poster präsentiert am 29.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
25.–30. März 2012 in Berlin

Baumann, Anna Lena; Günther, Kay-Michael;  
Gimpel, Thomas; Kontermann, Stefan; Saring, Philipp; Seibt, Michael; Schade, Wolfgang:  
*Absorption properties of femtosecond laser microstructured Black Silicon for solar cell application*  
Poster präsentiert am 28.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
25.–30. März 2012 in Berlin

Günther, Kay-Michael; Bomm, Alexander;  
Gimpel, Thomas; Kontermann, Stefan;  
Schade, Wolfgang:  
*Black Silicon solar cell emitter doping concentration measured with impedance spectroscopy*  
Poster präsentiert am 28.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
25.–30. März 2012 in Berlin

Dos Santos, Antonio R.; Minke, Christine;  
Becker, Maik; Hickmann, T.; Turek, T.; Kunz, U.:  
*Material improvements and cost analysis for more efficient all-vanadium redox flow battery applications*



Poster präsentiert am 26.03.2012  
anlässlich: 1st International Workshop on  
Electrocatalysis, 25.–27. March 2012 in  
Saarbrücken

Gabler, Andreas; Baumann, Anna Lena; Gimpel,  
Thomas; Kontermann, Stefan; Hahn, Robert;  
Schade, Wolfgang:

*Gas diffusion electrode development using  
femtosecond-laser induced microstructured  
metal surfaces with hydrophobic features*

Poster präsentiert am 26.03.2012

anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
25.–30. März 2012 in Berlin

Harting, K.; Kunz, U.; Turek, T.:

*Silberbasierte Sauerstoffverzehrkathoden für  
Zink-Luft- Batterien mit Ionischen Flüssigkeiten  
als Elektrolyt*

Poster präsentiert am 14.03.2012

anlässlich: 45. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker,  
14.–16. März 2012 in Weimar

## Vorträge

### 2013

Beck, Hans-Peter:

*Energiewende – machbar und bezahlbar?*

gehalten am 12.12.2013

anlässlich: „Vortrag des Jahres“ VDE und  
VDI Braunschweig in Haus der Wissenschaft,  
Braunschweig

Aoun, Nadja; Kunz, U.; Turek, T.:

*In situ degradation measurement of a DMFC by  
a dynamic hydrogen reference electrode*

gehalten am 06.12.2013

anlässlich: 102. Treffen der Arbeitsgemeinschaft  
elektrochemischer Forschungsinstitutionen in  
Bochum

Reitenbach, V.; Ganzer, L.; Pudlo, D.; Panfilov,  
M.; Albrecht, D.; Gaupp, R.:

*Underground storage of hydrogen –  
the H2STORE project*

gehalten am 04.12.2013

anlässlich: Euro-Asian Workshop on

Unconventional Energies, 4.–6. December 2013  
in Nancy (France)

Kunz, U.:

*Development of improved bipolar plates  
for vanadium redox flow batteries and  
functionality integration*

gehalten am 26.11.2013

anlässlich: New Zealand Conference on Chemical  
& Materials Engineering, 25.–26. November  
2013 (NZCCME2013) in Auckland, New Zealand

Wenzl, Heinz:

*Usage of electrochemical storage systems in the  
electricity grid in comparison with alternative  
technologies and systems solutions*

gehalten am 18.11.2013

anlässlich: 8th International Renewable Energy  
Storage Conference and Exhibition (IRES 2013) in  
Berlin

Hou, M.Z.; Wundram, L.:

*Langzeit-Bohrungsverschluss eines  
Gasspeichers im Vergleich mit der  
Verschlusstechnologie von Endlagern*

gehalten am 15.11.2013

anlässlich: 42. Geomechanik-Kolloquium:  
Angewandte Geomechanik im Kalibergbau,  
der Kavernenspeicherung und Endlagerung,  
15. November 2013 in Leipzig

Becker, Andreas:

*Energy storage and its role in  
Germany's "Energiewende"*

gehalten am 14.11.2013

anlässlich: 9. Japan-Germany Industry Forum  
2013 in Osaka

Li, Mengting; Hou, Michael Z.; Gou, Yang:

*Numerische Untersuchung zu einem HDR-System  
mit Horizontalbohrung und Multi-Fracs*

gehalten am 13.11.2013

anlässlich: Der Geothermiekongress 2013,  
12.–14. November 2013 in Essen

Becker, Andreas:

*Energy storage and its role in  
Germany's "Energiewende"*

gehalten am 12.11.2013  
anlässlich: 9. Japan-Germany Industry  
Forum 2013 in Tokyo

Beck, Hans-Peter:  
*Energiesysteme der Zukunft – der Beitrag des EFZN*  
gehalten am 06.11.2013  
anlässlich: 2. Niedersächsisches Forum für  
Energiespeicher und -systeme in Hannover

Becker, Andreas:  
*Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt  
der Systemsicherheit: zentrale Ergebnisse einer  
aktuellen Studie (BMWi, FA 43/12)*  
gehalten am 06.11.2013  
anlässlich: 2. Niedersächsisches Forum für  
Energiespeicher und -systeme in Hannover

Bunk, M.; Engel, B.:  
*Technisch-Wirtschaftliche Betrachtung von  
Spannungsstabilisierungsmaßnahmen in  
Niederspannungsverteilnetzen*  
gehalten am 06.11.2013  
anlässlich: Internationaler ETG-Kongress,  
5.–6. November 2013 in Berlin

Dammasch, A.; Engel, B.:  
*Reducing the use of compensation energy in a  
balancing group using a virtual power plant*  
gehalten am 06.11.2013  
anlässlich: Internationaler ETG-Kongress,  
5. – 6. November 2013 in Berlin

Mohrmann, M.; Schlömer, G.; Hofmann, L.:  
*Entwicklung und Anwendung einer Datenbank  
zur Bewertung des Ausbaubedarfs von  
Niederspannungsnetzen*  
gehalten am 05.11.2013  
anlässlich: Internationaler ETG-Kongress,  
5.–6. November 2013 in Berlin

Aoun, Nadia; Kunz, Ulrich; Turek, Thomas:  
*In Situ degradation measurements of a DMFC  
by a dynamic hydrogen reference electrode*  
gehalten am 01.11.2013  
anlässlich: 224th ECS Meeting, 27. October –  
1. November 2013 in San Francisco

Beck, Hans-Peter:  
*Energiewende needs Systemintegration*  
gehalten am 17.10.2013  
anlässlich: 6. Niedersächsische Energietage:  
NET in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*The “German Energiewende” needs Energy  
Storages for Supply Security*  
gehalten am 14.10.2013  
anlässlich: 35. International Telecommunications  
Energy Conference: Intelec in Hamburg

Szepanski, C.; Lindermeir, A.; Dietrich, R.-U.;  
Stenger, S.; Leithner, R.; Deichmann, R.;  
Dörner, L.; Borchardt, G.:  
*300 W SOFC-generator with endothermic reforming  
of propane and other innovative concepts*  
gehalten am 09.10.2013  
anlässlich: 13th International Symposium on  
Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XIII),  
6.–11. October 2013 in Okinawa, Japan

Dietrich, R.-U.; Lindermeir, A.; Immisch, C.;  
Spieker, C.; Spitta, C.; Stenger, S.; Leithner, R.;  
Küster, T.; Oberland, A.:  
*SOFC system using a hot gas ejector for  
offgas recycling for high efficient power  
generation from propane*  
gehalten am 08.10.2013  
anlässlich: 13th International Symposium on  
Solid Oxide Fuel Cells (SOFC-XIII),  
6.–11. October 2013 in Okinawa, Japan

Runge, Serge A.:  
*Batterie-elektrische Schwerlastfahrzeuge im  
Intelligenten Containerterminalbetrieb (BESIC)*  
gehalten am 02.10.2013  
anlässlich: WORLD OF ENERGY SOLUTIONS  
Konferenz, 30. September – 2. Oktober 2013 in  
Stuttgart

Beck, Hans-Peter:  
*Schwerpunkte der Energieforschung  
in Niedersachsen*  
gehalten am 27.09.2013  
anlässlich: 1. Niedersächsische Energiespeicher  
Summer School in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*Transdisziplinärer Ansatz des EFZN*  
gehalten am 26.09.2013  
anlässlich: 50 Jahre IBER in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*Herausforderungen für die Energiewende*  
gehalten am 20.09.2013  
anlässlich: 6. Niedersächsische Brennstoffzellen  
Summer School in Goslar

Ajala, O.I.:  
*Analytical sensitivity computation using  
adjoint method (SENEX)*  
gehalten am 10.09.2013  
anlässlich: SIS U&O Workshop,  
10.–11. September 2013 in Madrid

Luehn, Tobias:  
*Multi criteria analysis of low  
voltage grid expansions*  
gehalten am 09.09.2013  
anlässlich: Energy for Sustainability  
Multidisciplinary Conference EfS 2013,  
8.–10. September 2013 in Coimbra (Portugal)

Becker, Andreas:  
*Energieinfrastruktur, Wissensdrehscheibe Energie:  
Impulsvortrag*  
gehalten am 02.09.2013  
anlässlich: Workshop Energieinfrastruktur,  
Wissensdrehscheibe Energie in Oldenburg

Kappenberg, Knut:  
*Europäische Nordsee Energie Allianz (ENSEA):  
Daten und Fakten*  
gehalten am 02.09.2013  
anlässlich: Regionaler ENSEA-Workshop im  
Rahmen der Wissensdrehscheibe Energie in  
Oldenburg

Beck, Hans-Peter:  
*Eignung von Speichertechnologien zum  
Erhalt der Systemsicherheit*  
gehalten am 30.08.2013  
anlässlich: BDI Unterausschuss Energieforschung  
und Energietechnologien in Berlin

Beck, Hans-Peter:  
*Energieforschung nach der Energiewende*  
gehalten am 29.08.2013  
anlässlich: Lions Club Goslar-Kaiserpfalz in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*Industriestandort Lingen –  
ein Energiepark der Zukunft?*  
gehalten am 21.08.2013  
anlässlich: Sitzung des Energieausschuss  
Niedersachsen in Lingen

Schmidt, Johannes; Busse, Sebastian:  
*The value of IS to ensure the security of energy  
supply – the case of electric vehicle charging*  
gehalten am 17.08.2013  
anlässlich: 19th Americas Conference on  
Information Systems, 15.–17. August 2013 in  
Chicago

Ajala, O.I.:  
*Adjoint method used in history matching  
and optimization (DGMK -742)*  
gehalten am 18.07.2013  
anlässlich: RAG In-House Testing in Vienna

Beck, Hans-Peter:  
*Energieforschung und Energiewende –  
der Beitrag des EFZN*  
gehalten am 13.07.2013  
anlässlich: Besuch der Braunschweigischen  
Wissenschaftlichen Gesellschaft in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*The 20-20-20 Energy Transition needs  
Systemintegration*  
gehalten am 25.06.2013  
anlässlich: ENSEA Networking Event at the EU  
Sustainable Energy Week in Brüssel

Beck, Hans-Peter:  
*Smart Grid im Norden*  
gehalten am 20.06.2013  
anlässlich: Besuch der Wirtschaftsförderung  
Sachsen in Goslar

Günther, Kay-Michael; Gimpel, Thomas;  
Schade, Wolfgang; Kontermann, Stefan:  
*Using impedance spectroscopy for enhanced  
capacitance-voltage measurements on solar cells  
with multiple space charge regions  
and a structured surface*  
gehalten am 18.06.2013  
anlässlich: 39th IEEE Photovoltaic Specialists  
Conference, 16.–21.06.2013 in Tampa, Florida

dos Santos, A.R.; Becker, M.; Enke, D.;  
Hickmann, T.; Turek, T.; Kunz, U.:  
*Materials development for improved  
vanadium redox-flow batteries*  
gehalten am 14.06.2013  
anlässlich: International Conference "Next  
Generation Batteries – Materials, Technology,  
and Applications", 13.–15. Juni 2013 in  
Delmenhorst

Beyer, K.:  
*Status Quo der Stromspeicher in Deutschland*  
gehalten am 29.05.2013  
anlässlich: AHK in Tokyo

Beyer, K.:  
*Show Case Energy Storage in Europe –  
Industrial Location Lower Saxony*  
gehalten am 28.05.2013  
anlässlich: Sumitomo Electric in Yokohama

Aoun, N.; Kunz, U.; Turek, T.:  
*Controlled synthesis of highly active pt/CNT  
catalysts for DmFC applications*  
gehalten am 14.05.2013  
anlässlich: 2nd International Conference on  
materials for energy, 12.–16. May 2013 in  
Karlsruhe

Beck, Hans-Peter:  
*Energieforschung für die Energiewende:  
der Beitrag des EFZN*  
gehalten am 08.05.2013  
anlässlich: ESG: Wissenschaft Technik und Ethik:  
Interdisziplinäre Gespräche und Informationen in  
Clausthal

Nielsen, Lasse; Qi, Dawei; Brinkmeier, Niels;  
Leithner, Reinhard:  
*Isobares GuD-Druckluftspeicherkraftwerk mit  
Wärmespeicher (ISACOST-CC)*  
gehalten am 25.04.2013  
anlässlich: VGB-Konferenz „Kraftwerke im  
Wettbewerb 2013“, 24. und 25. April 2013 in  
Neuss

Becker, Andreas:  
*Bericht über die Studie „Eignung von  
Speichertechnologien zum Erhalt der  
Systemsicherheit“ (FA 43/12)*  
gehalten am 23.04.2013  
anlässlich: Verband kommunaler Unternehmen  
e.V. in Berlin

Aoun, N.; Kunz, U.; Turek, T.:  
*Investigation of direct methanol fuel cell activation  
with a dynamic hydrogen reference electrode*  
gehalten am 16.04.2013  
anlässlich: 5th International Conference  
Fundamentals & Development of Fuel Cells  
FDFC, 16.–18. April 2013 in Karlsruhe

Weyer, Hartmut:  
*Europarechtliche Aspekte von  
Einspeisemanagement und Redispatch*  
gehalten am 12.04.2013  
anlässlich: 5. Göttinger Tagung zu  
aktuellen Fragen zur Entwicklung der  
Energieversorgungsnetze in Göttingen

Beck, Hans-Peter:  
*Eignung von Speichertechnologien zum Erhalt der  
Systemsicherheit : Impulsreferat Fachforum 3*  
gehalten am 11.04.2013  
anlässlich: 5. Göttinger Tagung zu  
aktuellen Fragen zur Entwicklung der  
Energieversorgungsnetze in Göttingen

Pudlo, Dieter; Ganzer, Leonhard;  
Henkel, Steven; Liebscher, Axel; Kühn, Michael;  
De Lucia, Marco; Panfilov, Michel; Pilz,  
Peter; Reitenbach, Viktor; Albrecht, Daniel;  
Würdemann, Hilke; Gaupp, Reinhard:  
*Hydrogen underground storage in  
siliciclastic reservoirs – intention and*



*topics of the H2STORE project*  
gehalten am 09.04.2013  
anlässlich: European Geosciences Union General Assembly, 07.–12. April 2013 in Vienna

Beyer, Katrin:  
*Show Case Energy Storage in Europe – Industrial Location Lower Saxony*  
gehalten am 08.04.2013  
anlässlich: Hannover Messe Industrie, 08.–12.04.2013 in Hannover

Günther, Kay-Michael; Witte, Hartmut; Blaesing, Jürgen; Krost, Alois; Gimpel, Thomas; Schade, Wolfgang; Kontermann, Stefan:  
*Silicon surface properties after irradiation with single femtosecond laser pulses under SF6 atmosphere*  
gehalten am 11.03.2013  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung, 10.–15. März 2013 in Regensburg

Springmann, Jens-Peter:  
*Nachnutzung von stillgelegten Erzbergwerken durch untertägige Pumpspeicherwerke*  
gehalten am 26.02.2013  
anlässlich: Jahresversammlung des VDE Chemnitz in Chemnitz

Beck, Hans-Peter:  
*Dezentrale Speicher – ein Beitrag zur Reduzierung des Netzausbaus?*  
gehalten am 20.02.2013  
anlässlich: Erneuerbare (neu) vernetzt! 3. Kongress der deutschen Umwelthilfe e.V. zum ökologischen und regional akzeptierten Umbau der Stromnetze in Berlin-Mitte

Bremer, Jörg; Sonnenschein, Michael:  
*Constraint-handling for optimization with support vector surrogate models – a novel decoder approach*  
gehalten am 15.02.2013  
anlässlich: ICAART: 5th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, 15.–18. February 2013 in Barcelona

Beck, Hans-Peter:  
*Speichertechnologien – Potentiale und Herausforderungen*  
gehalten am 14.02.2013  
anlässlich: 13. Braunschweiger Energiecafé in Braunschweig

## 2012

Beck, Hans-Peter:  
*Die Rolle von Energiespeichern im Verbundsystem und für autarke Inselsysteme*  
gehalten am 04.12.2012  
anlässlich: Dena Dialogforum: „Dezentrale Energieversorgung – Schlüssel zur Energiewende?“ in Berlin

Hou, Michael Z.; Kracke, Tobias; Kopera, Jürgen; Morales-Avilés, Wilhelm; Schlittenhardt, Jörg; Spies, Thomas; Zhou, Lei; Wang, Xuerui:  
*Bewertung der Ergebnisse numerischer Simulationen der induzierten Seismizität*  
gehalten am 15.11.2012  
anlässlich: Der Geothermiekongress 2012, 13.–16. November 2012 in Karlsruhe

Zhou, Lei; Hou, Michael Z.; Kracke, Tobias:  
*A new numerical 3D-model for simulation of massive hydraulic fracturing and determination of its induced seismicity under consideration of hydro-mechanical coupling effects*  
gehalten am 13.11.2012  
anlässlich: Der Geothermiekongress 2012, 13.–16. November 2012 in Karlsruhe

Minke, Christine:  
*Herausforderung erneuerbare Energien – Konzepte für großtechnische elektrochemische Speicher*  
gehalten am 08.11.2012  
anlässlich: Interdisziplinäres Doktorandenforum der Studienstiftung des deutschen Volkes, 08.–11. November 2012 in Berlin

Sonnenschein, M.; Appelrath, H.-J.; Lehnhoff, S.; Mayer, Ch.; Uslar, M.; Nieße, A.; Tröschel, M.; Hofmann, L.; Mertens, A.; Kurrat, M.:  
*Dezentrale und selbstorganisierte Koordination in Smart Grids*

gehalten am 06.11.2012  
anlässlich: VDE-Kongress: Smart Grid –  
Intelligente Energieversorgung der Zukunft,  
5.–6. November 2012 in Stuttgart

Gandor, M.; Blank, M.; Lehnhoff, S.:  
*Reconfiguration strategies for electrical devices  
for operation within feasibility margins*  
gehalten am 06.11.2012  
anlässlich: VDE-Kongress: Smart Grid –  
Intelligente Energieversorgung der Zukunft,  
5.–6. November 2012 in Stuttgart

Rosinger, C.; Uslar, M.:  
*Reputationssysteme für selbstorganisierte Multi-  
Agenten-Systeme in Energiemanagementsystemen*  
gehalten am 06.11.2012  
anlässlich: VDE-Kongress: Smart Grid –  
Intelligente Energieversorgung der Zukunft,  
5.–6. November 2012 in Stuttgart

Beck, Hans-Peter:  
*Lehre und Forschung für die Energiewende:  
Energie-Forschungszentrum Niedersachsen*  
gehalten am 20.10.2012  
anlässlich: Barbarensseminar Dr. Pillkahn in  
Clausthal

Engel, Bernd:  
*Ausgleich zwischen Stromerzeugung und  
-verbrauch durch (dezentrale) Speicher*  
gehalten am 18.10.2012  
anlässlich: Fünfte Niedersächsische Energietage  
in Goslar

Hofmann, Lutz:  
*Supergrid und HGÜ – was ist denkbar und was  
wird gedacht?*  
gehalten am 17.10.2012  
anlässlich: Fünfte Niedersächsische Energietage  
in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*Elektromobilität und Energiewende*  
gehalten am 09.10.2012  
anlässlich: Politische Veranstaltung der CDU in  
Braunschweig

Beck, Hans-Peter:  
*Strategic focus of ENSEA: the Importance of  
Energy System Integration*  
gehalten am 08.10.2012  
anlässlich: Kick Off Meeting ENSEA in Papenburg

Beck, Hans-Peter:  
*Virtual Synchronous Machine*  
gehalten am 05.10.2012  
anlässlich: Power Innovation Symposium  
Innovative power supplies and energy storage  
systems in Bremen

Becker, Andreas:  
*Vom Konsumenten zum Produzenten –  
Nachhaltige Niederspannungsnetze als  
Baustein der Energiewende*  
gehalten am 27.09.2012  
anlässlich: Nordwestdeutsche Immobiliennacht  
in Verden

Heins, W.; z. Hingst, J.; Beck, H.-P.; Bohn, C.:  
*Einsatz von Störgrößenbeobachtern für  
elektrische Verteilnetze*  
gehalten am 18.09.2012  
anlässlich: Workshop des GMA-Fachausschuss  
1.40 „Theoretische Verfahren der  
Regelungstechnik“, 16.–19. September 2012 in  
Anif/Salzburg

Franz, Olaf:  
*Recycling of deep gas wells for geothermal  
purposes – a business plan*  
gehalten am 17.09.2012  
anlässlich: Celle Drilling 2012,  
17.–18.09.2012 in Celle

Beck, Hans-Peter:  
*Energieforschung nach der Energiewende :  
Beispiele für den EFZN-Beitrag*  
gehalten am 04.09.2012  
anlässlich: PTB Kolloquium in Braunschweig

Beck, Hans-Peter:  
*Vorstellung PSWuT*  
gehalten am 31.08.2012  
anlässlich: Lutherstadt Eisleben in Eisleben

Beck, Hans-Peter:  
*Vorstellung e-home Projekt*  
gehalten am 30.08.2012  
anlässlich: e-home Messe in Sieke

Bunk, M.; Engel, B.:  
*Zukünftige Herausforderung der Energieversorgung in den Niederspannungsverteilnetzen*  
gehalten am 30.08.2012  
anlässlich: e-Home Innovationstag in Varrel

Minke, Christine; Harting, Katrin; Kunz, Ulrich; Turek, Thomas:  
*Zinc-air batteries on an industrial scale – process engineering challenges and economic evaluation*  
gehalten am 19.08.2012  
anlässlich: 63rd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 19.–24. August 2012 in Prague

Beck, Hans-Peter:  
*TP5 Systemtheorie für Aktive Verteilnetze*  
gehalten am 11.07.2012  
anlässlich: Smart Nord Präsentation TP5 in Oldenburg

Beck, Hans-Peter:  
*Aktivitäten im Umfeld der Geothermie*  
gehalten am 06.07.2012  
anlässlich: 3. Versammlung der Projektleiter GEBO in Celle

Beck, Hans-Peter:  
*Vorstellung 380kV Erdkabelstudie*  
gehalten am 25.06.2012  
anlässlich: Anhörung im Landtag in Hannover

Beck, Hans-Peter:  
*Geothermie in Niedersachsen*  
gehalten am 16.06.2012  
anlässlich: Kickoff Meeting Strategiegruppe gebo in Celle

Beck, Hans-Peter:  
*EFZN Vorstellung*  
gehalten am 23.05.2012  
anlässlich: Gasunie in Groningen

Schmidtchen, S.; Richter, D.; Fritze, H.:  
*Schwingungsverhalten von Langasit-Resonatoren bei unterschiedlicher Elektrodenleitfähigkeit*  
gehalten am 23.05.2012  
anlässlich: 16. GMA/ITG-Fachtagung Sensoren und Messsysteme, 22.–23. Mai 2012 in Nürnberg

Schulz, M.; Fritze, H.; Stenzel, Ch.:  
*Langzeitstabile Messung und Regelung des Sauerstoffpartialdruckes bei hohen Temperaturen*  
gehalten am 22.05.2012  
anlässlich: 16. GMA/ITG-Fachtagung Sensoren und Messsysteme, 22.–23. Mai 2012 in Nürnberg

Beck, Hans-Peter:  
*PSWUT*  
gehalten am 09.05.2012  
anlässlich: Vorstellung PSWUT bei der Thüga in Wien

Beck, Hans-Peter:  
*Energieforschung nach der Energiewende – Beitrag des EFZN*  
gehalten am 03.05.2012  
anlässlich: Baukommission Niedersachsen in Hannover

Kontermann, Stefan; Baumann, Anna Lena; Gimpel, Thomas; Günther, Kay-Michael; Ruibys, Augustinas; Schade, Wolfgang:  
*Formation of Black Silicon by differently polarized femtosecond laser pulses*  
gehalten am 28.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung, 25.–30. März 2012 in Berlin

Ruibys, Augustinas; Günther, Kay-Michael; Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:  
*Photovoltaic potential of femtosecond laser hyperdoped silicon*  
gehalten am 28.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung, 25.–30. März 2012 in Berlin

Günther, Kay-Michael; Witte, Hartmut; Krost, Alois; Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:  
*A new method for obtaining accurate capacitance-voltage curves in the presence*

*of additional space charges*  
gehalten am 28.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
25.–30. März 2012 in Berlin

Gimpel, Thomas; Höger, Ingmar; Falk, Fritz;  
Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:  
*Crystal structure at the surface of femtosecond-  
laser microstructured silicon for photovoltaics*  
gehalten am 28.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
25.–30. März 2012 in Berlin

Fattahi Comjani, Farzaneh; Waltermann, Julia;  
Günther, Kay Michael; Köhring, Michael; Willer,  
Ulrike; Kontermann, Stefan; Schade, Wolfgang:  
*Nanogenerator on the base of  
zinc oxide nanowires*  
gehalten am 26.03.2012  
anlässlich: DPG-Frühjahrstagung,  
26.–28. März 2012 in Berlin

dos Santos, A.R.; Minke, C.; Becker, M.;  
Hickmann, T.; Turek, T.; Kunz, U.:  
*Material improvements and cost analysis for  
more efficient all-vanadium-redox-flow battery  
application*  
gehalten am 26.03.2012  
anlässlich: 1. International Workshop on  
Electrocatalysis, 25. – 27.03.2012 in Saarbrücken

Weyer, Hartmut:  
*Ermittlung des Netzausbaubedarfs bei  
dezentraler Erzeugung*  
gehalten am 23.03.2012  
anlässlich: 4. Göttinger Energietagung  
„Aktuelle Fragen zur Entwicklung der  
Energieversorgungsnetze“ in Göttingen

Beck, Hans-Peter; Wehrmann, Ernst-August;  
Nakhaie, Soroush; Becker, Andreas; Kaestle,  
Gunnar; Schnieder, Raimund:  
*Dezentralisierung und Netzausbau: Impulsreferat*  
gehalten am 22.03.2012  
anlässlich: 4. Göttinger Energietagung  
„Aktuelle Fragen zur Entwicklung der  
Energieversorgungsnetze“ in Göttingen

Beck, Hans-Peter:  
*Anforderungen an intelligente Netze der Zukunft*  
gehalten am 21.03.2012  
anlässlich: VIK in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*Energieforschung in Niedersachsen und  
Technologietransfer*  
gehalten am 20.03.2012  
anlässlich: Innovationsnetzwerk Niedersachsen in  
Hannover

Beck, Hans-Peter:  
*Vorstellung Erdkabelprojekt*  
gehalten am 15.03.2012  
anlässlich: Landesvertretung Niedersachsen in  
Berlin

Aoun, N.; Turek, T.; Kunz, U.:  
*Funktionalisierung von mehrwandigen Carbon  
Nanotubes durch Behandlung mit Ozon*  
gehalten am 14.03.2012  
anlässlich: 45. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker,  
14.–16.03.2012 in Weimar

Amann, Katharina:  
*Herausforderungen der dezentralen  
Energieerzeugung*  
gehalten am 12.03.2012  
anlässlich: Schülerinformationstage Uni  
Göttingen in Göttingen

Brillo, Jürgen; Fritze, Holger; Lohöfer, Georg;  
Schulz, Michal; Stenzel, Christian:  
*Advanced measurement devices for the  
microgravity electromagnetic levitation facility EML*  
gehalten am 12.03.2012  
anlässlich: 2012 TMS Annual Meeting &  
Exhibition: Symposium Materials Research in  
Microgravity in Orlando, FL

Beck, Hans-Peter:  
*Energiewende, eine Herausforderung für Politik,  
Wirtschaft und Wissenschaft*  
gehalten am 09.03.2012  
anlässlich: kl. Wissenschaftskongress mit  
Neujahrsempfang des CDU Landesverbandes in  
Braunschweig



Runge, Serge:  
*Research division Energy Informatics*  
gehalten am 05.03.2012  
anlässlich: Delegationsbesuch  
lateinamerikanischer Wissenschaftler auf dem  
„Energie Campus“ in Goslar

Beck, Hans-Peter:  
*Wie schaffen wir die Energiewende – die Sichtweise  
einer Forschergruppe des EFZN*  
gehalten am 24.02.2012  
anlässlich: Energieland Niedersachsen in  
Hannover

Beck, Hans-Peter:  
*Anforderungen an das intelligente  
Energienetz von morgen*  
gehalten am 23.02.2012  
anlässlich: Arbeitskreis Netzintegration am  
Energiepark Ostfalia Hochschule in Wolfenbüttel

### **Veranstaltungen (Ausrichtung/Teilnahme) 2012/2013 – Auszug**

#### **2012**

- 4. Göttinger Energietagung gemeinsam mit der BNetzA
- Gemeinschaftsstand Energie aus Niedersachsen Hannover Messe
- Tagung des MWK zu Bilanz und Ausblick der Förderung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung
- Internationaler Jungendaustausch „Erneuerbare Energien“
- 5. Niedersächsische Energietage

#### **2013**

- Studentag Energie
- Konferenz der EU-Referenten der Niedersächsischen Hochschulen
- Gemeinschaftsstand Energie aus Niedersachsen Hannover Messe
- 5. Göttinger Energietagung gemeinsam mit der BNetzA
- Erstes REWIMET-Symposium
- 3rd Sino German Conference
- EU Sustainable Energy Week Brüssel

- Richtfest Drilling Simulator Celle
- IdeenExpo
- 33. Tag der Niedersachsen Goslar
- 1. Regionaler ENSEA-Workshop, Wissensdrehscheibe Nord-West
- 6. Nds. Brennstoffzellen Summer School
- 1. Summer School Energiespeicher und -Systeme
- Interregionaler ENSEA-Workshop
- 6. Niedersächsische Energietage
- Informationstag Energie im Horizon 2020
- EFZN-Tagung „Unkonventionelle Pumpspeicher“

### **Besuche im EFZN 2012/2013 – Auszug**

#### **2012**

- Wilma Mansveld, Parlamentarierin Provinz Groningen
- Delegation der Tongji Universität
- Delegation der Universität Kairo
- Delegation Gubkin-Universität für Erdöl und Gas, Moskau
- Rektor der Universität Namibia
- SPD-Delegation um Sigmar Gabriel und Stephan Weil
- Delegation Sichuan Universität
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
- Bauindustrieverband Niedersachsen-Bremen
- Deutsche Management Delegation Niedersachsen
- Delegation der East China University of Science and Technology
- Delegation Thyssen Krupp

#### **2013**

- Vertreter Deutsche Zuckerindustrie
- Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
- Energy Valley Groningen
- Nds. Ministerin für Wissenschaft und Kultur Dr. Gabriele Heinen-Kljajic
- Bundesarbeitsministerin von der Leyen
- Delegation aus Tokushima über NMU
- Europäische Wissenschaftliche Gesellschaft e.V.



# Niedersachsen

Oldenburg

CARL  
VON  
OSSIEZKY  
**universität** OLDENBURG

11  
102  
1004  
**Leibniz  
Universität  
Hannover**

Hannover

Braunschweig

Goslar

Clausthal

Göttingen



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT  
GÖTTINGEN

**efzn**  
Energie-Forschungszentrum  
Niedersachsen



Technische  
Universität  
Braunschweig



TU Clausthal

# Impressum

**Herausgeber:** Vorstand des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen  
Am Stollen 19 A  
38640 Goslar

**Bilder:** Wolfgang Dietze: S. 85  
Christian Ernst: S. 20, 24, 25, 28, 54, 81, 93  
Hamburger Hafen und Logistik AG: S. 49, 50/51  
Institut für Erdöl- und Erdgastechnik der TU Clausthal: S. 74  
Manuel Juhrs: Titel I, S. 10/11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 29, 35 r, 37, 42/43  
Hinrich Kötter: S. 23  
LaserAnwendungsCentrum der TU Clausthal: S. 36 I, 44/45  
Klemens Ortmeyer: Titel m  
Patricia Pohl: S. 22  
Dabiek Richter: S. 46  
Staatliches Baumanagement Südniedersachsen: S. 52/53  
Astrid Stüber: S. 38/39  
Anna Tietze: Titel r, Umschlagklappe, S. 26, 27, 30/31, 35 o, 35 u, 36 r, 60, 94/95  
Marco Tödteberg: S. 6  
Alex Wiersma: S. 59

Hier nicht erwähnte Fotos und Grafiken entstammen dem Privatarchiv der jeweils abgebildeten und neben dem Bild namentlich genannten Personen oder dem Archiv des EFZN.

o=oben, u=unten, m=mitte, r=rechts, l=links

**Druck:** creaktiv Gmbh & Co. KG, Goslar

Februar 2014

# Redaktionsteam



**Melanie Bruchmann**  
Mediengestalterin für  
Digital- und Printmedien



**Dr. Wolfgang Dietze**  
Leiter der Geschäftsstelle



**Manuel Juhrs**  
Referent für Presse- und  
Öffentlichkeitsarbeit



**Nadine Kleinander**  
Bibliothekar



**Anna Tietze**  
Referentin für Presse- und  
Öffentlichkeitsarbeit

### Kontakt

Energie-Forschungszentrum Niedersachsen  
Am Stollen 19 A  
38640 Goslar  
Telefon: (0 53 21) 38 16-80 00  
Telefax: (0 53 21) 38 16-80 09  
E-Mail: [geschaeftsstelle@efzn.de](mailto:geschaeftsstelle@efzn.de)  
Internet: [www.efzn.de](http://www.efzn.de)

Das EFZN ist eine wissenschaftliche  
Einrichtung der



TU Clausthal

in Kooperation mit den Universitäten



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT  
GÖTTINGEN



Leibniz  
Universität  
Hannover

